

**DISEÑO DE UN SISTEMA INDICADOR PARA EL COMPORTAMIENTO
MICROBIOLÓGICO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS DE
LLENADO EN FRÍO**

DIANA MARÍA ESCOBAR CRUZ

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS
BOGOTA, D.C
2011

**DISEÑO DE UN SISTEMA INDICADOR PARA EL COMPORTAMIENTO
MICROBIOLÓGICO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS DE
LLENADO EN FRÍO**

DIANA MARÍA ESCOBAR CRUZ

Trabajo de Grado para optar al Título de Magíster en Diseño y Gestión de
Procesos con énfasis en Biosistemas

DIRECTOR
MSc. LIGIA CONSUELO SÁNCHEZ
UNIVERSIDAD DE LA SABANA

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS
BOGOTÁ, D.C
2011

Msc. Gabriela Caez Rabe M

Bernadette Close. Ph.D

Msc Fabián Leonado Moreno Moreno

CONTENIDO

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Justificación	17
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo general	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. Antecedentes.....	20
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 Microorganismos implicados en la calidad de un producto alimenticio....	25
4.2 Control microbiológico de alimentos	25
4.2.1 Factores que ayudan a controlar el crecimiento de microorganismos en jugos llenados en frío.....	26
4.2.2 Tipos de contaminación en los alimentos	27
4.2.3 Microorganismos indicadores	28
4.2.4 Microorganismos que deben ser controlados en el proceso de llenado en Frío de jugos	29
4.2.5 Técnicas de análisis microbiológico	30
4.3 Aseguramiento de la calidad en una industria de alimentos.....	33
Limpieza y saneamiento en la industria de alimentos.....	33
4.4 Proceso productivo de jugos llenados en frío	36
4.5 Factores críticos de éxito (FCE)	36
4.5.1 Tipos de indicadores	38
4.5.2 Características de los indicadores	39
4.5.3 Modelo del proceso para la toma decisiones	40
4.5.4 Evaluación multicriterio	40
4.5.5 Índice	42
4.5.6 Cuadro de mando integrado	44

5. METODOLOGÍA.....	45
5.1 Diseño Metodológico	45
5.2 Unidad de análisis	48
5.3 Hipótesis, variables.....	48
5.4 Técnicas y procedimientos	51
5.4.1 Fase I: Caracterización de las condiciones microbiológicas de la línea de producción de jugos llenados en frío, con relación a las concentraciones de sanitizante, temperaturas y tiempo de contacto durante el saneamiento	51
5.4.2 Fase II: Determinación de curvas de crecimiento y comportamiento microbiológico, de los equipos en condiciones ideales de saneamiento	58
5.4.3 Fase III Diseño de Indicador	59
6. Resultados y Discusión	61
6.1 Fase I: Caracterización de las condiciones microbiológicas de la línea de producción de jugos llenados en frío, con relación a las concentraciones de sanitizante, temperaturas y tiempo de contacto durante el saneamiento.....	61
6.2 Fase II: Determinación de curvas de crecimiento y comportamiento microbiológico, de los equipos en condiciones ideales de saneamiento.....	69
6.3 Fase III: Diseño de indicador	77
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de factores claves de éxito de la gestión	37
Figura 2 Forma gráfica de un sistema de administración por calidad total	43
Figura 3. Proceso de llenado en frío	46
Figura 4. Proceso de llenado en frío de productos.....	52
Figura 5 Procesos muestreados	53
Figura 6 Comportamiento del promedio de la temperatura durante la fase de saneamiento y fase de contacto de soda.....	62
Figura 7. Comportamiento aerobios mesófilos (UFC/ml) respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico.	63
Figura 8. Comportamiento mohos respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico	64
Figura 9 Comportamiento levaduras respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico	65
Figura 10. Relación de URL de aprobación de línea y producto terminado.....	66
Figura 11. Comportamiento URL en superficies de contacto con materias primas	67
Figura 12. Numero de enjuagues que presentan recuento microbiológico cuando se supera 100 URL durante la aprobación de línea	70
Figura 13. Comportamiento aerobios mesófilos por punto de muestreo vs días de producción.	71
Figura 14. Comportamiento de mohos por punto de muestreo vs días de producción	72
Figura 15 Comportamiento de levaduras por punto de muestreo vs días de producción	72
Figura 16 Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción	74
Figura 17. Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción sin incubar	75
Figura 18. Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción incubado a 35°C.....	76

Figura 19 Porcentaje de la relación de indicadores de resultados respecto a una desviación de jugos llenado en frío.....	78
Figura 20 Porcentaje de la relación de indicadores de Sistema respecto a una desviación de jugos llenado en frío.....	79
Figura 21. Manejo y análisis de los resultados	82
Figura 22.Relación de Procesos y variables para el desarrollo del Índice	82
Figura 23. Índice Global, para línea de llenado en frío	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de seguimiento.....	50
Tabla 2. Tiempo máximo de uso de los equipos empleados para tratamiento de agua.....	68
Tabla 3. Variables de indicador.....	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Procesos del CIP.....	91
Anexo 2 Descripción de Indicadores.....	92
Anexo 3 Procedimiento de Limpieza de superficies.....	99
Anexo 4 Definición de puntos de muestreo.....	100
Anexo 5. Resultados de URL y enjuagues.....	101
Anexo 6 Recuentos Microbiológicos en UFC/ml durante 74 horas.....	102
Anexo 7. Comportamiento del producto terminado.....	103
Anexo 8 Comportamiento de aerobios, mohos y levaduras por 120 horas por punto de muestreo.....	104
Anexo 9 Indicadores de Resultados y de Sistema que se ven afectados por desviación en el proceso de llenado en frio	106
Anexo 10 Resultado ExpertChoice.....	108
Anexo 11 Definición de límites de control, límites de especificación respecto a escala de importancia.....	109
Anexo 122 Diagrama de Flujo de toma de decisión.....	110

RESUMEN

El mercado de gaseosas y bebidas refrescantes cuenta con una amplia gama de productos, por esto y ante las nuevas preferencias de los clientes, las empresas productoras han tratado de diferenciarse mediante la inserción de bebidas con componentes naturales. Bajo esta iniciativa Coca Cola Femsa desarrolló el jugo naranja el cual incorpora en su fórmula pulpa natural de naranja y cuyo llenado se realiza en frío. Este nuevo producto trajo consigo nuevos desafíos para la Industria Nacional de Gaseosas, ya que al contener la pulpa sus características favorecen el desarrollo microbiano y podría deteriorar el producto antes del tiempo indicado.

El objetivo de este trabajo fue diseñar un sistema de indicadores de aseguramiento microbiológico para la línea de producción de jugos llenados en frío. La metodología incluyó una caracterización microbiológica de las etapas de proceso que se interrelacionan, definiendo aquellas con mayor impacto para obtener el producto final.

Posteriormente, se diseñó un sistema indicador que permite detectar tendencias del comportamiento microbiológico mediante un resultado global de los procesos que se interrelacionan permitiendo emitir alertas tempranas tipo semáforo de riesgos potenciales para la garantía microbiológica del producto, favoreciendo el logro de los objetivos estratégicos de la compañía y permitiendo el manejo sistémico del proceso.

Palabras claves: Sistema indicador, comportamiento microbiológico, llenado en frío.

ABSTRACT

The market for carbonated soft drinks has a wide range of products for actual and new customer preferences. The producers have tried to differentiate through the inclusion of drinks with natural ingredients. Under this initiative, Coca Cola Femsa developed Orange juice which incorporates natural orange pulp formula and filling cold. This new product brought new challenges for the National Soft Drink Industry. The pulp characteristics favoring microbial growth and may impair the product before the specified time

The aim of this study was to design a system of indicators for microbiological assurance juice production line filled in cold. The methodology included a microbiological characterization of the process steps are interrelated, defining those with greatest impact on the final product.

Subsequently, it's designed an indicator system to detect microbiological behavior tendencies through an overall result of interrelated processes allowing early warnings of potential risks to the microbial product warranty, favoring the achievement of strategic objectives allowing the management process system.

Keywords: System indicator microbiological behavior, cold fill.

INTRODUCCIÓN

La prevención de la contaminación para producir bebidas inocuas y de calidad es indispensable a través de la cadena de producción análisis microbiológico es una herramienta útil, esta estrategia permite detectar las condiciones y estabilidad en las líneas de producción de alimentos de tal manera que se puedan establecer parámetros y puntos de control específicos que garanticen productos finales con la calidad requerida. Aunque los resultados microbiológicos en algunas ocasiones se tardan más de lo esperado, causando el deterioro del producto, sin ser este evidente a simple vista.

El proceso productivo de una línea de jugos de llenado en frío consta de una serie de etapas que inician con el tratamiento de agua por medio de barrera múltiple y su combinación con azúcar para la obtención de un jarabe simple al que se le adicionan el concentrado y la pulpa, para lograr jarabe terminado que posteriormente es combinado con agua para ser embotellado.

Antes de dar inicio a la producción es necesario realizar un saneamiento que asegure las condiciones de la línea de proceso, garantizando la vida de anaquel de los alimentos a través de la reducción al mínimo del nivel inicial de la contaminación microbiana, mediante la prevención y limitación de la tasa de crecimiento (McMeekin & Bowman, 2008).

Este procedimiento debe cumplir estrictamente con las condiciones de temperatura, tiempo de contacto y concentraciones. La verificación de la eficiencia del saneamiento se desarrolla mediante metodologías de detección rápida como la bioluminiscencia, las cuales se ejecutan durante la aprobación para el inicio de producción; sin embargo, esta técnica aún presenta una limitante, dado que el método cuantifica la cantidad de Acido Desoxirribonucleico - ADN presente no puede diferenciar del presente en los microorganismos del que se encuentra en la materia orgánica.

Paralelamente, la eficiencia del saneamiento también es monitoreado mediante un análisis microbiológico de enjuagues recolectados inmediatamente después de finalizado el proceso, sin embargo, estos resultados aunque muestran la eficiencia del proceso de saneamiento no son la única variable indispensable para el aseguramiento de la calidad microbiológica del producto terminado, ya que los microorganismos no pueden ser detectados a tiempo, llevando al deterioro temprano del producto, si el proceso no se llevado a cabo de forma adecuada.

En la actualidad el control microbiológico ha adquirido mayor importancia por el aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas a través de los alimentos, por esta razón el aseguramiento microbiológico se hace necesario en el control de calidad de procesos y productos en el mundo industrializado (Maurice, 2000); por otra parte *“la creciente conciencia de los consumidores sobre las cuestiones relacionadas con la inocuidad y la calidad de los alimentos y mayor demanda de información de calidad”*(FAO/OMS, 2007). Este hecho, genera la necesidad de desarrollar nuevas estrategias que favorezcan la toma de decisiones, para el aseguramiento de la calidad microbiológica. *“Los límites conocidos actualmente permiten la identificación de nuevas oportunidades en el diseño de procesos.”*(Gerwen, 2004).

El control microbiológico consiste en cumplir las condiciones establecidas por el gobierno, la compañía y el cliente como garantía de medición del desempeño, de las actividades que se llevan a cabo para obtener un producto final de óptimas condiciones. Fundamentado en el desarrollo de un plan de evaluación microbiológica como herramienta para el análisis sistémico de los recuentos microbiológicos a fin de evaluar el rendimiento actual (Jacxsens, Kussaga, & Luning, 2009).

Las medidas pertinentes respecto la toma de decisiones requieren ser definidas según los procesos o variables críticas asociadas a las diferentes etapas del proceso con una injerencia real en el producto final, respecto a tendencias que puedan llegar a ser un potencial de desviación respecto al objetivo planteado permitiendo controlar y predecir el comportamiento microbiano en una línea de producción.

Para la empresa, actualmente una de las maneras de minimizar los efectos de la competencia, es con el desarrollo de nuevas tecnologías que soporten los procesos de tal forma que garanticen las condiciones deseadas.

El diseño de un sistema de indicadores para el control microbiológico basado en la caracterización del proceso productivo permite anticipar la toma de acciones frente a los cambios que se presenten en el sistema general de producción de tal manera que el desempeño general prime sobre el particular.

El desarrollo de un sistema de indicadores microbiológicos para una línea de llenado en frío, puede ser aplicado a otras líneas que cuenten con las mismas etapas de proceso, dado que la determinación de puntos de control en alguna de las variables es la misma, garantiza las condiciones del producto final y se disminuyen las pérdidas de producto.

La compañía está comprometida con el cuidado del medio ambiente, por lo tanto, busca integrar criterios de desarrollo sostenible en la totalidad de las decisiones y procesos de negocio innovando y monitoreando el desempeño, favoreciendo la productividad, calidad y eficiencia. Es así como en las diferentes etapas del proceso productivo *“El impacto de los procesos de aseguramiento de la calidad se potencia al máximo, cuando los resultados del sistema de aseguramiento de la calidad actúan a su vez como insumo”* (Sharp, 2007) de tal manera que se pueda garantizar una autorregulación del proceso favoreciendo los objetivos estratégicos de la compañía a través de la planeación, evaluación, retroalimentación y mejoramiento continuo.

Por lo anterior, este trabajo buscó diseñar una metodología de aseguramiento microbiológico de jugos de llenado en frío, basado en indicadores que midan las condiciones de producción, que permita la toma de decisiones, preventivas y correctivas. Basándose en el diagnóstico y monitoreo microbiológico de las condiciones de producción de la línea de llenado en frío, que permitieron identificar los riesgos del proceso y agrupó la información para el diseño de una guía de toma de decisiones que garantice el producto final, minimice las pérdidas y facilite la toma de decisiones.

Los sistemas de indicadores se han aplicado para comportamientos poblacionales en las ciudades respecto a condiciones de desarrollo humano de vida, salud, educación y en parques para el manejo ambiental, analizando todo el sistema de tal manera que se puedan ponderar los resultados y así lograr manejar un solo resultado, que soporte la toma de decisiones con lo que se *“aproxima al conocimiento de un objeto, que conceptualmente no podemos medir directamente”* (Bidegain, 2002)

Metodológicamente, el presente trabajo incluyó una caracterización microbiológica, de todas las etapas de proceso que se interrelacionaban para obtener el producto final, y frente al comportamiento que tenían, dependiendo de las condiciones de saneamiento, se determinaron las variables de proceso que garantizaban la condición de no contaminación, con el fin de mejorar el resultado y garantizarlas condiciones del producto. Posteriormente, se diseñó un sistema de indicadores como instrumento de monitoreo de todo el sistema de proceso, a partir de la evaluación microbiológica rutinaria y se relacionaron las variables frente a porcentajes de importancia permitiendo la interacción entre puntos de muestreo, que generó un resultado total, a partir del cual se desarrolló un gráfico de control con la cual se identificó la tendencia que presenta de manera integral la línea de producción, con base en la definición de los indicadores de aseguramiento microbiológico permitiendo tomar decisiones frente al comportamiento sin necesidad de ser un experto en el tema microbiológico asegurando el desempeño y el éxito de la compañía.

1.1 Planteamiento del problema

La Mega Planta Bogotá de Coca Cola Femsa no cuenta con un modelo de toma de decisiones para el aseguramiento microbiológico de jugo llenado en frío, que relacione calidad microbiológica del producto terminado con las condiciones de producción (medio ambiente, materias primas, métodos y maquinaria), para la toma de decisiones acertadas ante una desviación de las condiciones ideales de producción, con respecto a la posibilidad de daño del producto.

Es común en las empresas de alimentos, producir sin tener certeza de las condiciones de producción, estableciendo tiempos estándar para realizar un nuevo saneamiento sin conocer realmente si el tiempo estipulado sobrepasa la tasa de crecimiento microbiológico que puede llegar a alterar el producto final, lo anterior conduce a la formulación de la pregunta: ¿Cuáles son las principales variables indicadoras del comportamiento microbiológico en una línea de llenado en frío?

La productividad de una línea de producción se ve afectada por la pérdida de tiempo ocasionada por la imposibilidad de contar con los resultados de un recuento microbiológico de forma inmediata, por lo cual los tiempos de producción se ven limitados a los estándares establecidos, cuando en ocasiones las condiciones aún son óptimas, lo cual permitirá aumentar la capacidad de producción. Esta situación está dada por la dinámica propia del crecimiento de los microorganismos.

El desarrollo de una herramienta que permita la toma de decisiones por personas no especializadas en el tema de microbiología puede asegurar las condiciones microbiológicas de saneamiento, arranque de producción y producto terminado con calidad e inocuidad y por otra parte, hacer más eficientes, eficaces y seguros los procesos de producción de jugos llenados en frío.

El proyecto genera oportunidad en otras áreas de alimentos, que requieran mejorar procesos para lograr alimentos seguros y de calidad para los consumidores.

1.2 Justificación

La presencia de microorganismos en diferentes ambientes y la dificultad para conocer su comportamiento en condiciones de un proceso productivo de alimentos, genera la necesidad de buscar alternativas que permitan gestionar el desempeño de un proceso de producción. Según MacKeller (1997) la respuesta de los microorganismos ante los factores que rigen el crecimiento, si tales factores se pueden controlar y traducir en términos de dominios variables, entonces es posible predecir a partir de observaciones pasadas el comportamiento microbiano

Este proyecto surge de la necesidad de contar con una herramienta que proporcione información sobre el comportamiento general de una línea de llenado en frío y que no dependa de la espera de los resultados microbiológicos del laboratorio de producto terminado, sirviendo como medio para determinar el tiempo máximo de producción sin tener riesgo microbiológico en el producto final, además de convertirse en apoyo para los diferentes niveles jerárquicos al momento de asegurar la línea de producción, permitiendo la toma de decisiones de manera preventiva.

Las empresas de alimentos buscan cada día ser más competitivas, generando la necesidad de buscar métodos que la favorezcan, siendo indispensable el desarrollo de alternativas que optimicen las condiciones de producción, de esta manera es importante desarrollar herramientas que faciliten el trabajo y lo hagan más eficiente.

De esta forma, se contaría con un grupo de variables que interfieren en el proceso y el establecimiento de las de mayor importancia en el proceso, con lo cual se garantice las condiciones microbiológicas del producto terminado y a la vez, el operador cuente con herramientas necesarias para la toma de decisión, lo que genera sentido de pertenencia y responsabilidad sobre la importancia de hacer el trabajo con excelencia.

El alcance de esta investigación es la línea de producción de jugos llenados en frío, teniendo en cuenta la criticidad del proceso de llenado de productos en frío con contenido de pulpa de fruta. A futuro se puede aplicar a otro tipo de empresas o procesos

productivos, tanto de bebidas como de diferentes alimentos. El empleo de esta alternativa que representa las condiciones y el comportamiento de los microorganismos en un proceso, proporciona la oportunidad de mejorar los procesos de producción de alimentos con una amplia posibilidad de ser implementado también, no solo en otro tipo de industrias de alimentos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema indicador de aseguramiento del comportamiento microbiológico en una línea de producción de jugos llenado en frío.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la carga microbiológica del proceso de producción de jugos llenados en frío respecto a concentraciones y temperatura de saneamiento.
- Definir el comportamiento microbiológico en el tiempo de producción y determinar restricciones de llenado en frío.
- Proponer una herramienta para la toma de decisiones que asegure las condiciones microbiológicas del producto llenado en frío.

3. Antecedentes

La calidad de los alimentos determina la aceptación por parte del consumidor, en los últimos años el uso de los análisis microbiológicos ha adquirido gran importancia como garantía de condiciones de calidad” Abarcando atributos como estado de descomposición contaminación con suciedad y olores desagradables y atributos positivos como color aroma textura y métodos de elaboración”(Arispe ,2007) y de inocuidad, con lo que se quiere asegurar que no causan daño a la salud del consumidor, razón por la cual se han realizado investigaciones que buscan predecir el comportamiento de los microorganismos en los alimentos.

La presencia de los microorganismos en todos los ambientes y la dificultad para conocer su comportamiento ha creado la necesidad de saber “*La respuesta de los microorganismos ante los factores que rigen el crecimiento, si tales factores se pueden controlar y traducir en términos de dominios variables, entonces es posible predecir a partir de observaciones pasadas el comportamiento microbiano*” (Ross, 1994). El desarrollo de modelos de crecimiento se puede aplicar en la determinación del comportamiento de microorganismos en el tiempo. Los primeros modelos fueron desarrollados por Monod para establecer el tiempo de fermentación a partir de un sustrato definido (Corredor, 2005).

Los Estudios realizados por Stiles en 2001, en jugos llenados en frío presentan modelos matemáticos para predecir la probabilidad de la formación de mohos *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* como respuesta a diferentes sistemas de conservantes, las variables que se tuvieron en cuenta fueron pH, acidez titulable, contenido de azúcar en grados brix y conservantes benzoato de sodio y sorbato de potasio. Se determinó que la concentración de azúcar, el pH

y el contenido de benzoato de sodio y sorbato de potasio son estadísticamente significativos en el crecimiento de mohos.

En el 2002 Stiles estableció mediante el desarrollo de modelos matemáticos, que se podía predecir el deterioro de jugos llenados en frío por levaduras *Sacharomyces cerevisiae*, *Zygosacharomyces cesbailii* y *Candida lipolytica*; en función de la formulación de la bebida, se seleccionaron las mismas cinco variables que en el trabajo del 2001, concluyendo que el pH, el benzoato y el sorbato, son factores importantes en el control de la probabilidad de crecimiento de levaduras.

Hasta el momento, los estudios en bebidas llenadas en frío han abarcado el producto terminado y su formulación, no se encuentran estudios que relacionen las diferentes etapas o procesos, a partir de las cuales puede llegarse a ver afectado el producto llenado en frío, posiblemente porque tienen mayor susceptibilidad a ser atacados por microorganismos. En el último año en la industria nacional de gaseosas se cree que la contaminación microbiana en estas etapas ha ocasionado pérdidas por aproximadamente 100 millones de pesos, en producto terminado.

El principal objetivo de una empresa es la obtención de máximas utilidades y poder ser competitivos frente a otras empresas que manejan el mismo tipo de productos, por lo cual garantizar las condiciones de calidad es una necesidad que a través de los años ha tomado mayor importancia, pasando de la inspección en el siglo XIX, al control estadístico de proceso en los años treinta, aseguramiento de la calidad en la década de los cincuenta. En 1988, Joseph M Juran relacionó las diferentes áreas, producción, diseño, ingeniería, abastecimientos, para que de manera integral se garantizara la calidad, a partir

de lo que se comienza a manejar como administración estratégica por calidad total (Delgado 2006).

En la actualidad se habla de la era de la innovación y la tecnología, donde la competitividad depende de la capacidad para responder a los cambios, rompiendo con uno de los paradigmas de la calidad total la reducción de la variabilidad, para lograr una producción de cero defectos (Delgado, 2006).

Una forma de responder a los cambios es la propuesta realizada por Amaten el 2000, frente al control de gestión mediante el cual *"el conjunto de mecanismos que puede utilizar la dirección para aumentar la probabilidad de que el comportamiento de las personas que forman parte de la Organización sea coherente con los objetivos de esta"* lo cual es aplicable en el aseguramiento de la calidad para los productos llenado en frío. En la actualidad se manejan como condiciones de calidad de producto las variables grados brix, acidez, pH y microbiología que proporcionan la información sobre la de calidad del producto terminado.

Estas tres condiciones de calidad, brix acidez y pH son controladas mediante control estadístico de proceso, pero la variable microbiológica, requiere tiempo para obtener los resultados, y en caso de un recuento superior a lo esperado provoca pérdidas, ya que es necesario desechar el producto por consiguiente se genera desviación en los factores críticos de éxito de la compañía, pues la demora dificulta la toma de decisiones preventivas frente a las variables microbiológicas, además de requerirse personal especializado en microbiología.

Conocer el comportamiento microbiológico no es fácil, por ser una variable de proceso que no se puede ver a simple vista, lo que se busca a través de la implementación de indicadores de proceso microbiológico, es identificar el comportamiento a partir de los resultados, mediante la síntesis de variables en

un único indicador de proceso que permita ser entendido por los diferentes miembros de la organización.

Cuando se buscan gestionar los resultados microbiológicos a través de un indicador es necesario relacionar los diferentes eslabones de la cadena productiva, donde intervienen materias primas, procesos productivos, personal operativo, condiciones ambientales, de tal manera que el resultado final genere un cambio en el modelo de gestión del aseguramiento microbiológico.

Un sistema de indicadores facilita la formulación y despliegue de la política y las estrategias en diferentes niveles de la organización. En los procesos de producción, no se cuenta con reportes sobre la aplicación de indicadores como medida de control de proceso. Los indicadores proveen un mecanismo que permite controlar las desviaciones entre lo ejecutado y lo planeado, permitiendo hacer seguimiento a los objetivos (Domínguez, 2001).

El uso de indicadores data del siglo XVII según Biderman en 1966, donde se empleaban para determinar estimaciones sobre los problemas sociales, frente a estrategias políticas en Latinoamérica. En 1967 se desarrollan indicadores educativos en Estados Unidos, por la necesidad de contar con una clara definición de la calidad educativa.

Según Quintero, en 1997 los indicadores son criterios para valorar, analizar y evaluar el comportamiento de variables, es decir las características, componentes, factores y elementos que son razón de estudio, planificando y tomando decisiones a partir de éstos.

Los indicadores deben ser fáciles de usar y claros en el momento de interpretarse. Una de las maneras de asegurar la comunicación y entendimiento de los indicadores es a través de los cuadros de mando para evidenciar la

relación causa efecto, además de facilitar la toma de decisiones de tal forma que los esfuerzos se direccionen tras un fin común. Logrando una mejor gestión sobre los resultados, entendiendo como gestión el conjunto de decisiones y acciones que llevan al logro de objetivos previamente establecidos (Beltrán, 1998).

Una de las alternativas planteadas para el uso de indicadores cuando se requiere contemplar diferentes criterios de evaluación es el uso de análisis multicriterio como el propuesto por Chakhar en 2003, que consiste en el diseño de una matriz con los criterios y las alternativas definidas.

A partir de una agregación de las distintas puntuaciones de los criterios, teniendo en cuenta la diferencia de los decisores expresados en términos de pesos que se asignan a los diferentes criterios; permitiendo comparar mediante una sumatoria de cada uno de los puntajes homogéneos obtenidos para los indicadores, por el peso específico del indicador, agregando así, todos los puntajes estandarizados a un puntaje total.

El análisis multicriterio ha sido tomado como referencia para el estudio de indicadores de control microbiológico en proceso de llenado en frío frente a los tres diferentes criterios analizados, aerobios mesófilos, mohos y levaduras respecto a las diferentes etapas del proceso productivo. Se estableció una jerarquía frente a los resultados microbiológicos obtenidos, a partir de la aplicación del análisis jerárquico propuesto por (Saaty), cuyo propósito es la toma de decisión, partiendo de establecer metas, objetivos, criterios sobre la base de una escala numérica que va de 1 a 9.

El concepto de indicador que se manejó en este trabajo de investigación fue el propuesto por Cruz en el 2007 quien define el indicador como una expresión matemática de lo que se quiere medir con base en factores o variables claves.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Microorganismos implicados en la calidad de un producto alimenticio

La microbiología con énfasis en industrial se reconoce desde Pasteur (1822-1895), pero se ha identificado que desde el año 6000 AC, tiempo en el que ya se empleaba en la producción de la cerveza por la civilización sumeria; en la actualidad esta ciencia se ha desarrollado por las relaciones que se establecen con otras disciplinas como la ingeniería química, la ingeniería genética y la biotecnología (Stanier, 1986). Buscando aprovechar las condiciones de los microorganismos en desarrollo de nuevos productos, disminución de costos en producción y mejoramiento en procesos.

Los microorganismos pueden ser benéficos, pero también pueden llegar a interferir con las condiciones naturales de los alimentos; los alimentos mantienen sus condiciones por periodos cortos, provocado por el deterioro físico, químico o microbiológico. Para las industrias mantener las condiciones de calidad en los alimentos en el tiempo implica un beneficio, momento en el cual se involucran métodos de conservación, dirigidos a controlar el deterioro microbiano, que en muchos casos puede llevar a que un alimento no sea seguro o comestible dejando de ser aceptable por los consumidores.

4.2 Control microbiológico de alimentos

Para garantizar las condiciones microbiológicas es necesario mantener controladas las variables que interaccionan con el proceso productivo, y que pueden llegar a afectar la condición del producto terminado. La detección de las posibles desviaciones que favorezcan la proliferación de microorganismos, la rápida corrección y prevención, son el principal objetivo de cualquier sistema de control microbiológico (Forysthe, 2000).

La necesidad de controlar los procesos industrializados, “*condujo a que se tuviera que extremar las precauciones, para evitar microorganismos perjudiciales en los alimentos*”, y por lo tanto se maneja el concepto de calidad comercial bajo el criterio de presencia de microorganismos que alteran el producto haciéndolo no comestible (aunque no sean patógenos) (Forysthe, 2000).

4.2.1 Factores que ayudan a controlar el crecimiento de microorganismos en jugos llenados en frío.

Los alimentos cuentan con condiciones naturales como contenido de agua y nutrientes que favorecen el crecimiento de microorganismos, estas condiciones naturales son minimizadas a través de factores como el pH, aw, benzoato y sorbatos. La preservación implica un cambio en la naturaleza de un producto que reduce la carga microbiana o limita el crecimiento de microorganismos (Stratton, 2007).

Uno de los factores que determinan la supervivencia y multiplicación de los microorganismos en los alimentos es el pH, la mayoría de las bacterias crecen bien en un rango de pH de 4.5 a 9, y tienen óptimo crecimiento entre 6.5 y 7.5 (Carrera 1998). Los alimentos con un pH inferior a 4.0 se consideran de alta acidez, en general no se consideran susceptibles al daño por microorganismos patógenos (Jay, 1998). El aw es otro de los factores que afecta el crecimiento de los microorganismos, La posibilidad de multiplicación microbiana en un sustrato se encuentra relacionada exclusivamente con el contenido de agua, indicado por la actividad de agua (aw), Valor óptimo de aw para el crecimiento microbiano alrededor de 0,99 (Madigan, 2003).

Preservantes como el benzoato de sodio y el sorbato de potasio sirven como conservante, bactericidas y fungicidas con mayor efecto en pH bajos.

La preservación de los alimentos ha cobrado mayor importancia debido a que según la organización mundial de la salud y la FAO, la expansión del comercio internacional de alimentos también ha aumentado el riesgo de que los agentes infecciosos se diseminen desde el punto de producción a lugares situados a miles de kilómetros de distancia, razón por la cual debe tenerse en cuenta el contexto internacional.

En la sesión veintitrés se adoptaron los principios y los lineamientos para realizar la evaluación de los riesgos microbiológicos (FAO, 2000) buscando herramientas que permitan establecer el comportamiento de los alimentos en el tiempo, de tal forma que se pueda aplicar a otras ramas.

4.2.2 Tipos de contaminación en los alimentos

Los alimentos pueden contaminarse con diferentes tipos de agentes que alteran o no sus características; los cuales pueden ser de naturaleza física, química ó biológica (Eleye, 1994).

Cuando se habla de posibles contaminantes físicos se refiere a partículas de metal, piedra, entre otros que puedan llegar al alimento. Durante el llenado de jugos en frío esto es controlado empleando mallas en las diferentes etapas del proceso, garantizando que el producto final no contenga materiales extraños. Los riesgos químicos son todas aquellas sustancias químicas en el proceso, como soluciones de saneamiento que puedan llegar al producto, en el proceso son controladas mediante el uso de sustancias indicadoras en la etapa de enjuague final, que corresponde a la última etapa de saneamiento y mediante indicadores colorimétricos se garantiza que no haya residuo, adicionalmente se realiza una prueba de sabor por personal entrenado con lo cual se aseguran las condiciones físico químicas del producto.

En contraste la contaminación biológica, es una variable de difícil manejo, detección y es una de las principales causas de la disminución de la calidad y riesgos para la seguridad alimentaria, llegando estos microorganismos alteradores a provocar modificaciones en condiciones como textura, olor y sabor, e incluso llegar a ocasionar daños a la salud. (Jay, 1973). Esta variable a diferencia de la física y la química requiere de un tiempo mayor para la obtención de los resultados, en la planta de producción, se controla la calidad microbiológica del producto mediante una cuarentena hasta obtener los resultados microbiológicos indicadores de la condición del producto.

Las principales fuentes de contaminación para un alimento, son las materias primas no aptas o en mal estado, la inadecuada manipulación durante el procesamiento del alimento, procesos de limpieza e higiene inadecuadas o insuficientes y condiciones de almacenamiento que provocan aumentos de la presencia de microorganismos pudiendo llegar a alterar el producto final(Majer, 2002).

4.2.3 Microorganismos indicadores

La determinación de los microorganismos indicadores depende del tipo de alimento a analizar y el riesgo que este tenga para ser contaminado, por lo que existen microorganismos obligatorios, que son aquellos que no deben sobrepasar una norma establecida, si esto no se cumple, es obligatorio establecer un tipo de corrección en el proceso, un rechazo y destrucción del alimento muestreado (Foresythe, 2002).

Otro tipo de microorganismos que indican condiciones en el comportamiento de los alimentos son los consultivos no afectan directamente la salud de los

consumidores, permiten establecer límites de aceptabilidad, sirven para alertar las posibles deficiencias en el proceso.

Para diferenciar un producto de calidad microbiológica admitida, de uno de calidad no admitida, es necesario aplicar normas y criterios microbiológicos que son específicos para cada tipo de producto y etapa de proceso, para evaluar su calidad y su seguridad microbiológica (Foresythe, 2000) en todo el proceso productivo.

Los microorganismos indicadores, son aquellos cuya presencia en valores superiores a los establecidos, indican un fallo en el proceso de elaboración y/o manipulación (Espinosa, 2010).

En el proceso los límites establecidos para el agua corresponden a: aerobios mesófilos menos de 25 UFC/ml, para mohos y levaduras menos de 10UFC/ml y coliformes totales igual 0UFC/ml, como valores máximos permitidos.

Los microorganismos más comunes en bebidas no alcohólicas son entre otras, bacterias como *Clostridium nitrificans*, *Clostridium butircum* y *Bacillus termófilo* sp., mohos como *Aspergillus* sp., *Penicillum* sp., y Levaduras como *Saccharomyces rouxii* y *Saccharomyces mellis* (Pivnick, 1980).

4.2.4 Microorganismos que deben ser controlados en el proceso de llenado en Frio de jugos

Para jugos llenados en frío es importante controlar el recuento de bacterias aerobias mesófilas, ya que estas se encuentran definidas como un grupo heterogéneo de bacterias capaces de crecer entre 15 y 45°C, con un rango óptimo de 35°C. La presencia de este tipo de microorganismos demuestra la calidad sanitaria de los productos analizados indicando, además las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados.

Mediante el recuento de microorganismos aerobios se estima la población pero sin identificar tipos de microorganismos (Jawezt, 2005).

Teniendo en cuenta lo anterior es posible determinar el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que favorecieron el crecimiento

También se deben controlar la presencia de mohos y levaduras, dada la naturaleza de producto, al manejar un pH bajo favoreciendo el crecimiento de este tipo de microorganismos y la amplia distribución que estos tienen en el medio ambiente por lo cual son factores probables de contaminación. La presencia de este tipo de microorganismos demuestra deficiencia en los procesos de limpieza y saneamiento, provocando el deterioro físico-químico del alimento, llegando a originar mal olor alteración del sabor y/o del color del producto contaminado (Frazier, 1993).

La detección de coliformes totales se utiliza como un indicador de la calidad sanitaria del agua o como un indicador general de condiciones sanitarias en el procesamiento de alimentos. Los coliformes se refieren a menudo como "organismos indicadores", en sí mismas no son patógenos, sin embargo su presencia en el medio ambiente puede indicar que las condiciones son favorables para que los patógenos que se presenten (Peter, 2002).

Además de considerarse como un excelente indicador de los procesos de sanitización y desinfección

4.2.5 Técnicas de análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se emplean para garantizar las condiciones de calidad de los productos y procesos, de lo que los consumidores no ven pero esperan en los alimentos.

Existen diferentes técnicas microbiológicas para determinar la carga microbiana de los jugos llenados en frío y dependen del momento del proceso a analizar y del tipo de muestra. En la primera parte del proceso se realizan análisis a materias primas como son el agua que se emplea en el proceso de llenado y preparación, envase para producto, tapa, azúcar y luego se analizan los productos o procesos intermedios, jarabe simple, jarabe terminado, agua en el proporcionado, lavado de envase y por último mezcla de la bebida y producto terminado.

Dependiendo el tipo de muestra a analizar, se emplea un tipo de análisis, para los productos llenados en frío, se emplea el método de filtración por membrana, para las etapas de proceso de tratamiento de agua, jarabe simple y lavado de envase. El método de filtración por membrana se basa en hacer pasar la muestra a través de un filtro de membrana microporosa, en cuya superficie quedan retenidos los microorganismos (Millipore, 2005).

La técnica de filtración tiene la ventaja del paso de la totalidad del volumen establecido, de tal manera que es altamente reproducible, y requiere de un tiempo de incubación más corto (APHA, 1992). Permitiendo la concentración de volúmenes elevados de muestra con baja población de microorganismos.

Las membranas que se emplean para llevar a cabo estos análisis, deben tener un diámetro de poro de 0,45 micras para el análisis de aerobios mesófilos y de 0,8 micras para el análisis de mohos y levaduras, empleando una bomba de vacío que ayuda al paso de la muestra a través de la membrana. Posterior al paso de la totalidad de la muestra el filtro se toma con pinzas estériles y se coloca en el medio de cultivo correspondiente al microorganismo a analizar.

En el caso de muestras no filtrables como jarabe terminado y el producto terminado, se emplea la siembra en profundidad, como es el caso de jugo con

contenido de pulpa, para determinar la presencia de microorganismos en producto terminado. Se coloca 1 ml de la muestra, se adiciona el medio de cultivo a una temperatura aproximada de 26°C, se cubre la caja y se homogeniza el medio, se deja endurecer y es llevado a incubar a la temperatura indicada para el tipo de microorganismo en análisis.

El análisis microbiológico busca identificar en número y tipo de microorganismo, la población presente en un medio ambiente, alimento, materia prima, proceso entre otros. Para llevar a cabo estos análisis se emplean medios de cultivo que contienen sustancias naturales y sintéticas, que proporcionan las condiciones adecuadas que favorecen el crecimiento de poblaciones microbiológicas que llegan a ser visibles al ojo humano.

Un medio de cultivo está compuesto por un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que brindan las condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos. (Gamazo, 2005).

Los medios de cultivo son variados y dependiendo el uso que se les vaya a dar permiten el crecimiento de gran variedad de microorganismos sin diferenciación, estos son conocidos como generales o no selectivos y los medios que favorecen el crecimiento de un género o especie específicos a estos medios se les conocen como selectivos.

Existen también medios de cultivo diferenciales que en una misma condición de crecimiento como es la temperatura y oxígeno, cuentan con requerimientos diferentes respecto a otros como es el caso de condiciones de pH con los acidófilos, sangre como los hemolíticos y fuentes de carbono, generando diferencia en el tipo de microorganismos que crecen en él. Por otra parte también se pueden emplear medios enriquecidos, que favorecen el crecimiento de un tipo de microorganismos e inhiben los no deseados.

4.3 Aseguramiento de la calidad en una industria de alimentos

Los procesos que se deben tener, asegurar y evaluar para garantizar la calidad en una industria de alimentos son las materias primas, los estándares del producto final, diseño de la empresa, disposición de la línea de proceso, diseño de la maquinaria, envasada, almacenamiento y distribución (Forsythe, 2000). Permitiendo establecer las condiciones óptimas para producción respecto al proceso y medio ambiente.

Cuando se habla de medio ambiente en una empresa de alimentos se refiere a las Buenas Practicas de Manufactura, que garantizan condiciones higienicas de producción, contemplando un conjunto de criterios, guias y normas que permiten la elaboración y producción de alimentos calidad e inocuidad comprobada, que cumplan con las expectativas de losclientes.Involucran a los manipuladores, las instalaciones, los equipos,los utensilios y forma en cómo estas actividades han de llevarse a cabo (Morales, 2002).

Como parte de las Buenas Prácticas de Manufactura, se encuentra el programa de limpieza y saneamiento que hace parte del plan de saneamiento estipulado en el decreto 3075 de 1997, el cual está encaminado a disminuir los riesgos de contaminación para un alimento durante su elaboración, envase y almacenamiento.

Limpieza y saneamiento en la industria de alimentos

La limpieza busca eliminar de manera completa y permanente la suciedad de las superficies limpias (Wildbrett, 2000), mediante el fregado y lavado con agua caliente, jabón o un detergente adecuado para remover suciedades o

microorganismos y sustancias químicas de superficies en las cuales los microorganismos pueden encontrar condiciones favorables para sobrevivir y multiplicarse (Nieto 2003).

Un programa de limpieza y saneamiento es un conjunto de actividades que son aplicadas a las áreas de proceso para eliminar a un mínimo la carga microbiana presente en los ambientes, superficies en contacto, donde se realiza el proceso (Albarracin 2005).

Para llevar a cabo la limpieza se emplean sustancias químicas de composición variable que ayudan a eliminar la suciedad en el enjuague. En este proceso y por acción del arrastre del agua, se reduce también el número de microorganismos existentes. Los detergentes tienen acción sobre distintos tipos de suciedad. (Acosta, 2008). El detergente ideal debe ser: inodoro, biodegradable, económico, no-tóxico, soluble en agua, no corrosivo (Soto 1995).

Los detergentes deben ser fácilmente solubles en agua; no ser corrosivos para los equipos; no tener acción irritante para piel y los ojos, no ser tóxicos; ser inodoros, biodegradables, de fácil eliminación por agua, estables en periodos largos de almacenamiento y económicos (Acosta, 2008).

Se encuentran detergentes:

- Alcalinos: El ingrediente principal es un álcali. El más usado es el hidróxido de sodio por poseer excelentes propiedades disolventes y bactericidas y ser muy económico.
- Ácidos: Son usados para fines específicos como retirar durezas/incrustaciones en los equipos, o para limpieza general (Acosta, 2008).

Estos detergentes en compañía de agentes de superficie activan o surfactantes que disminuyendo la tensión superficial facilitando el mojado de la suciedad. (Acosta, 2008).

Posterior al proceso de limpieza se realiza el saneamiento o desinfección se busca proteger la salud del consumidor y asegurar una calidad óptima de los alimentos frente a influencias microbianas. (Wildbrett, 2000). La desinfección es el conjunto de operaciones que tienen como objetivo la reducción temporal del número total de microorganismos vivos y la destrucción de los patógenos y alterantes (Hyginov,2006).

Los factores que afectan la eficiencia de los desinfectantes son pH, tipo de suciedad, naturaleza del microorganismo, temperatura de solución, tiempo de contacto, concentración, precauciones tomadas (Camargo,2003). El tipo de saneamiento empleado para garantizar las condiciones microbiológicas en una línea de llenado en frío se encuentran en el anexo1.

En la actualidad se emplea para garantizar las condiciones de limpieza y saneamiento, después de haber llevado a estas actividades, el método de bioluminiscencia, que se fundamenta en la detección de ATP que se detecta en el sustrato, frente a los blancos moleculares, que fueron estudiados por la reacción específica con el péptido, cuya proyección genera una imagen in vivo. (Miska, 1987) Por medio de la bioluminiscencia se puede detectar la cantidad de ATP presente en una superficie (Temprano, 2004). Esto se relaciona directamente con la suciedad biológica presente, teniendo en cuenta la materia orgánica que se pueda encontrar en una superficie.

4.4 Proceso productivo de jugos llenados en frío

El proceso de jugo llenado en frío, es el conjunto de subprocesos que se interrelacionan para obtener una bebida no carbonatada, con contenido de fruta del 4%, no pasteurizada, preparada y llenada a temperatura ambiente, en equipo empleado habitualmente para llenado de bebidas gaseosas y aguas.

Por lo que se requiere de controles adicionales para garantizar las condiciones del proceso productivo. Esto dado por la versatilidad que maneja esta línea de producción al no ser exclusiva para este tipo de producto llenado en frío y la probabilidad que tiene de ser afectado por condiciones microbiológicas; que a su vez interfieren en los resultados de la compañía por la necesidad de manejar volúmenes de almacenamiento mayores generando gastos adicionales viéndose afectados los factores críticos del negocio (producto fuera de especificación, clientes internos insatisfechos, procesos de monitoreo y control exhaustivos, costos operativos adicionales).

4.5 Factores críticos de éxito (FCE)

Los factores críticos de éxito son áreas clave donde, las cosas deben funcionar correctamente para que un negocio pueda crecer y las metas de la alta gerencia puedan cumplirse (Rock, 1979).

Los factores críticos de éxito determinan los aspectos que son necesarios mantener bajo control para lograr el éxito de gestión que se está llevando a cabo. Ver figura 1.

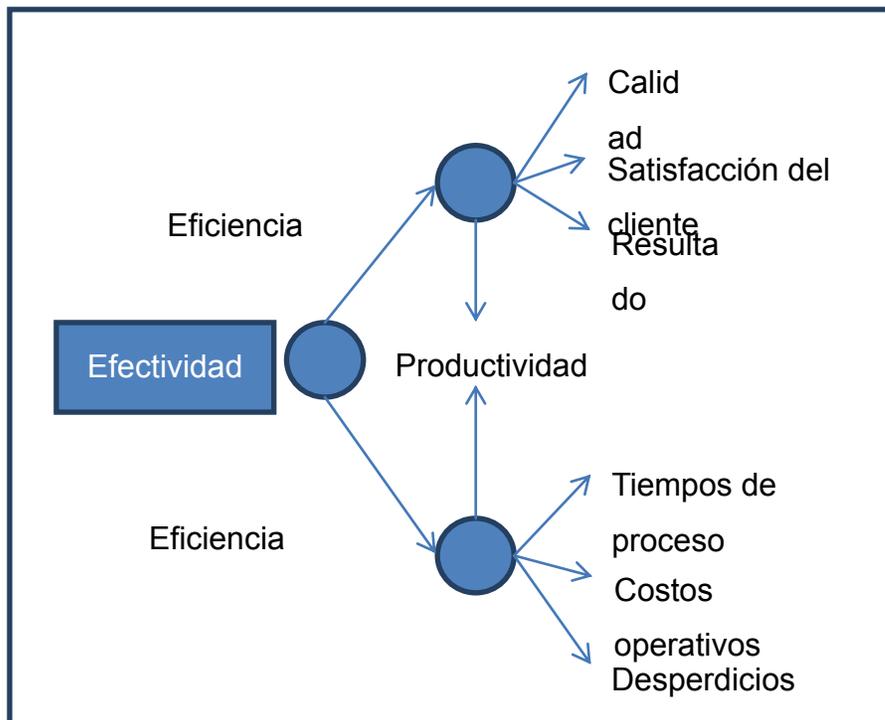


Figura 1 Mapa de factores claves de éxito de la gestión (Beltrán, 2000)

Los factores críticos de éxito se ven reflejados en los indicadores, garantizando la integridad de la función de apoyo en la toma de decisiones. La función más importante es guiar y enfocar a los directivos hacia las actividades primordiales de su negocio y a pensar en sus necesidades de información más críticas, para el aprovechamiento de los recursos valiosos de una organización, financieros, materiales, humanos y de tiempo (Fragoza, 1994).

Entre los principales beneficios de utilizar este método de indicadores están:

- Alcanzar objetivos de manera enfocada
- Descubrir las necesidades de información
- Base para identificar metas y objetivos
- Identificar barreras que impiden alcanzar el éxito (Garza 1995)
- Promover el trabajo en equipo

- Generar un proceso de innovación y enriquecimiento en el trabajo diario
- Impulsar la eficiencia, eficacia y productividad de las actividades
- Disponer de herramientas de información sobre la gestión del negocio (Beltrán 2000)

Cuando se pretende alcanzar el éxito en una compañía, se establecen metas y objetivos tras los cuales se desarrollan estrategias, identificando a través de indicadores el efecto de las acciones para obtener lo propuesto.

Cuando se emplean indicadores se analiza y evalúa el comportamiento que presentan las variables, permitiendo identificar el comportamiento, es decir las características, componentes, factores y elementos que son razón de estudio, planificando y tomando decisiones (Quintero, 2001).

“Los indicadores son un punto intermedio entre exactitud científica y la demanda de información concisa, con tal de simplificar las relaciones complejas que se presentan entre las actividades económicas, las necesidades humanas y el medio natural” (Claude, 1995). Cuando se emplea un indicador este debe estar relacionado con el concepto o dimensión, deben ser las expresiones numéricas de lo que reflejan (González, 1994).

4.5.1 Tipos de indicadores

1. Indicadores de cumplimiento: Miden la ejecución de las metas planteadas frente a actividades propuestas.
2. Indicadores de evaluación: Miden el rendimiento que se obtiene de una tarea, trabajo o proceso. Los indicadores de evaluación están relacionados con los métodos que ayudan a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.

3. Indicadores de eficiencia: Miden el tiempo invertido en obtener el resultado de tareas o trabajos.

4. Indicadores de eficacia: Los indicadores de eficacia están relacionados con los que indican capacidad o acierto en los resultados de tareas y/o trabajos.

5. Indicadores de gestión: Los indicadores de gestión tienen que ver con los que permiten administrar realmente un proceso. (UGR, 2007)

4.5.2 Características de los indicadores

Para que un indicador valore, analice y evalúe el comportamiento de variables deberá cumplir con la mayor parte de las siguientes características:

- Validez: Medir realmente el fenómeno que se quiere y no otros.
- Objetividad: La respuesta debe ser la misma independientemente de quién mide en circunstancias similares.
- Sensibilidad: Los indicadores deben ser sensibles a los cambios de situación.
- Especificidad: Deben reflejar cambios sólo en la situación a la que se refieren.
- Pertinencia: Permitir medir aspectos relevantes.
- Capaces de medir a lo largo del tiempo: Deben poder aplicarse en distintos tiempos, de manera que puedan determinar avances o retrocesos.
- Diseñados para separar: de manera que permitan que se tome distancia entre el observador/observadores y la realidad observada, en aras de la objetividad (Caruso, 2007).

- Disponibilidad: Los datos básicos para la construcción del indicador deben ser de fácil obtención sin restricciones de ningún tipo.
- Simplicidad: El indicador debe ser de fácil elaboración
- Confiabilidad: Los datos utilizados para la construcción del indicador deben ser fidedignos (fuentes de información satisfactorias).
- Alcance: El indicador debe sintetizar el mayor número posible de condiciones o de distintos factores que afectan la situación descrita por dicho indicador. En lo posible el indicador debe ser globalizado (Rada, 2007).

4.5.3 Modelo del proceso para la toma decisiones

Cuando se emplea un modelo para la toma de decisiones, debe contemplarse inicialmente la definición del problema, posteriormente se debe llevar a cabo un análisis del problema, a partir de lo cual se establecen posibles soluciones y se formula un plan.

Al definirse posibles soluciones, lo que se busca es establecer las acciones a seguir, tras un proceso de identificación, formulación de soluciones, evaluación de soluciones y selección de la mejor solución. (Martínez, 1997)

Según Herbert Simón (1960) la solución de problemas es un proceso en el cual se realiza una selección entre múltiples alternativas de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos.

4.5.4 Evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio es una manera de escoger la mejor alternativa entre un rango de posibilidades, tras un objetivo puede ser económico, ambiental, social, institucional o técnico (Pietersen, 2006).

“El concepto genérico de evaluación multicriterio como *conjunto de operaciones espaciales para lograr un objetivo teniendo en consideración simultáneamente todas las variables que intervienen*” (Barredo, 1996),

Métodos de evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio tiene como finalidad la optimización de objetivos simultáneos que generan un solo decisor, a partir de relaciones entre las variables. *“En general, no existe una alternativa (solución) que satisfaga y sea preferible en cada una de las funciones objetivo (criterios). Normalmente, se presenta el caso de alternativas factibles, o sea aquellas que cumplen las restricciones, que son mejores que otras en relación a algunos criterios y que son peores que otras respecto a los restantes criterios”* (Martínez, 1997).

Métodos de evaluación multicriterio discreta

La evaluación multicriterio discreta se utiliza para tomar una decisión respecto a problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

1. Alternativas: Conjunto de soluciones factibles.
2. Criterios o Atributos: Características que se utilizan para describir y/o evaluar cada una de las alternativas. Pueden ser cuantitativas o cualitativas.
3. Objetivos: Los objetivos son aspiraciones que indican direcciones de perfeccionamiento de los atributos seleccionados.
4. Matriz de ponderación: Evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio.

5. Metodología o modelo de agregación de preferencias: En una síntesis global; ordenación, clasificación, partición, o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución (Barba, 1997).

4.5.5 Índice

Es la medida que reúne varios indicadores que son ponderados según su importancia en el tiempo, tomando como valor base de suma 100 (Sierra, 1998). Un índice se obtiene mediante la agrupación adecuada de varios indicadores. Los indicadores son aquellos a portantes de los datos numéricos, que una vez manipulados, permiten calcular el índice (González, 1994).

Los indicadores que se agrupan en un índice pueden ser de diferentes tipos, proporciones, porcentajes, quizás no sea necesario la diferencia entre cada uno de estos términos si al usarlos se respeta el concepto apropiado del mismo (Barrantes, 2006). De tal manera que se pueda unificar criterios para manejar un índice total que permita tomar decisiones y generar cambios con base en la definición de lineamientos estratégicos que busquen la satisfacción del cliente interno y externo.

Las organizaciones con sistemas en los cuales se encuentran diferentes elementos o procesos que interactúan y se retroalimentan con el fin de alcanzar un objetivo en común, son entidades complejas que reúnen, materias primas procesos, personas, inversiones y gastos en busca de satisfacer las metas propuestas tras una misión actual en la compañía, teniendo como objetivo cumplir con las estrategias para lo propuesto.

El control de calidad es *"la aplicación de principios y técnicas estadísticas en toda las etapas de producción para lograr una manufactura económica, con*

máxima utilidad del producto” (Deming. 1986) Cuyo efecto radica en las decisiones efectivas; creando un lazo de retroalimentación positiva y negativa, que incide en el manejo estratégico de la organización a partir de la retroalimentación y toma de decisiones, basadas en un sistema de administración por calidad total, ver figura 2.

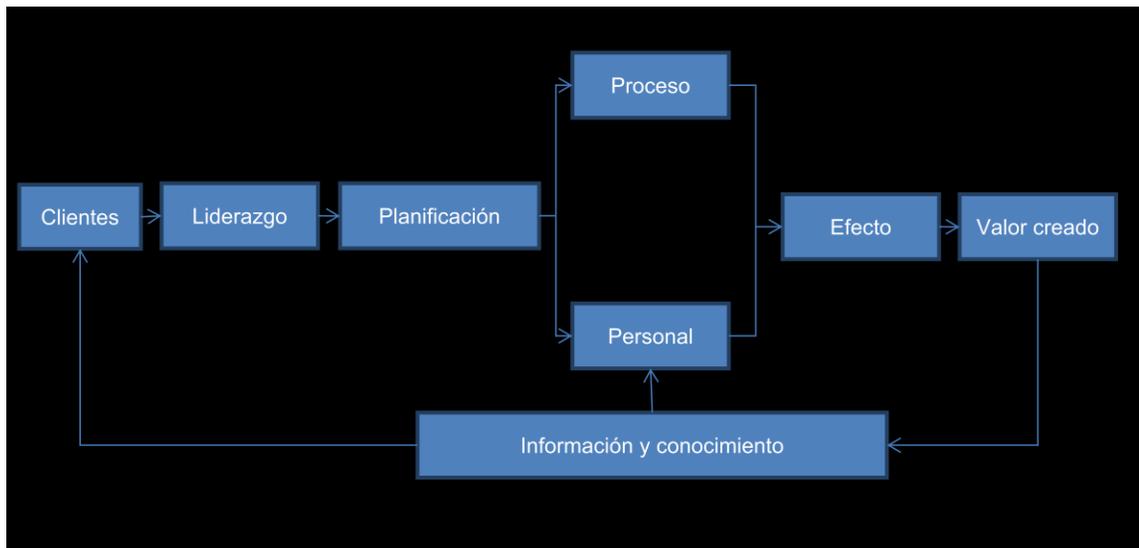


Figura 2 Forma gráfica de un sistema de administración por calidad total
(Delgado, 2006)

A partir de la participación, el trabajo en equipo y el mejoramiento continuo, se establecen estrategias para satisfacer al cliente interno que para el proceso productivo de jugos llenados en frío es el almacenamiento y distribución del producto terminado.

El sistema de control de gestión ayuda a los diferentes niveles de decisión a tomar acciones acertadas alcanzando objetivos fijados, generando valor ya sea sobre el servicio o el producto, como herramienta para medir el desempeño en las diferentes áreas de manera unificada bajo un cuadro de mando (Pacheco, 2002).

4.5.6 Cuadro de mando integrado

El cuadro de mando permite proporcionar retroalimentación a la dirección de la empresa, acerca del desempeño global. A partir de la identificación de las relaciones entre proceso y sistemas de control, con base en las metas de la empresa y la identificación de debilidades y fortalezas, se establecen los cuadros de mando.

La ventaja de esta metodología es contemplar la totalidad de variables y procesos, a partir de la relación que se da entre ellas, de tal manera que se pueda establecer una relación causa- efecto que permita la toma de decisiones en los diferentes niveles de la organización, en términos de control microbiológico, permitiendo identificar oportunidades en el proceso y tomar las medidas pertinentes, para asegurar que se cumplan las metas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño Metodológico

El diseño metodológico del presente estudio es cuantitativo explicativo longitudinal, el cual permitió obtener información sobre los parámetros necesarios para el aseguramiento microbiológico a través del tiempo, además de establecer mediante un indicador la tendencia general respecto al cambio de la línea de producción de jugos llenados en frío. A continuación, se describen cada uno de los criterios del diseño

El recuento de aerobios mesófilos indica la calidad sanitaria del alimento, la condición de manipulación y la condición higiénica de la materia prima, con base en la definición de los puntos de muestreo. Se tomó la muestra con un algodón humedecido con alcohol al 70 %, se limpió el punto de muestreo se abrió la válvula, se dejó drenar por 20 segundos se cierra, se abre y se deja drenar nuevamente por 20 segundos. La muestra fue tomada en bolsas estériles, llevada al laboratorio, analizada de manera directa por la técnica de filtración por membrana; para aerobios mesófilos se emplea un filtro de 0.45 micras, se colocaron 10 ml de la muestra en el embudo de filtración. Posteriormente se colocó el filtro en el medio de cultivo agar plate count hidratado con 3 ml de agua estéril y se incubó a una temperatura entre 30 y 37°C, para mohos y levaduras se empleó filtro de 0,8 micras y se colocaron 100 ml de la muestra en el embudo de filtración, posteriormente se colocó el filtro en el medio hidratado con 3 ml de agua estéril M-green.

Dado que el número de microorganismo presentes en la bebida y en el proceso productivo es bajo, el método empleado para el análisis fue cuantitativo a través de filtración por membrana y que permite la detección a partir de 1 UFC/ml debido a que esta técnica permite concentrar el volumen definido de la muestra

en su totalidad y recuento en placa se empleó para producto terminado y jarabe por el contenido de pulpa que no permite filtrar la muestra, los resultados se informan basados en un criterio de aceptabilidad de los microorganismos seleccionados que en este caso fueron mesófilos, coliformes, mohos y levaduras. En la figura. 3, se observa el plan de muestreo con los procesos para la obtención del producto evaluado

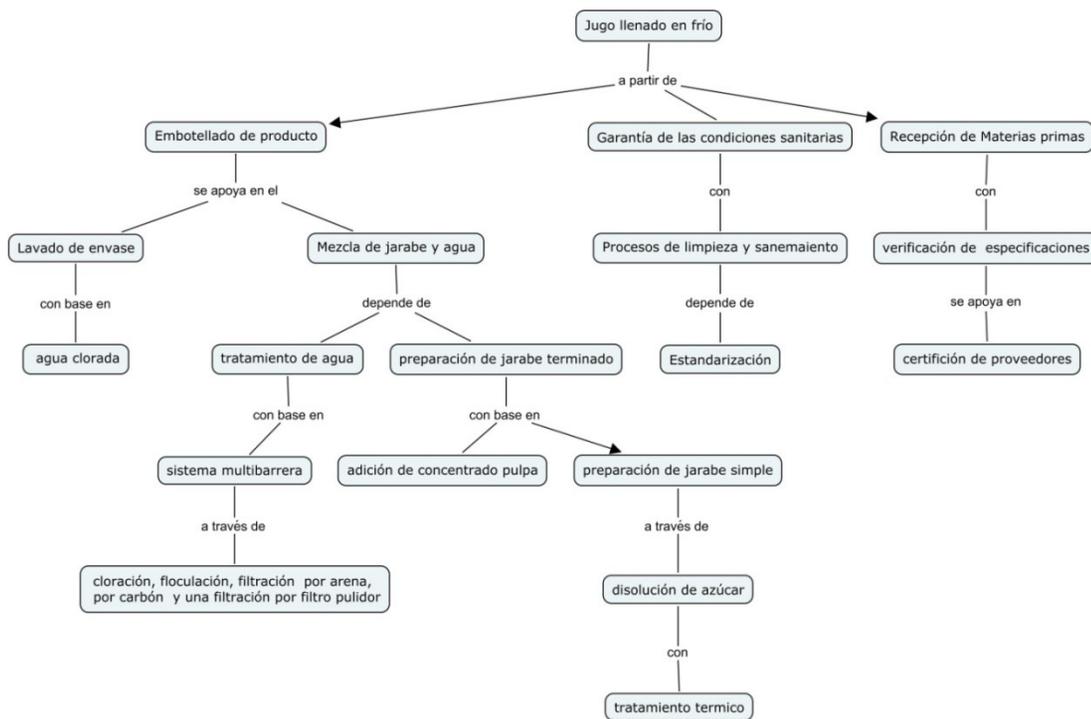


Figura 3. Proceso de llenado en frío (Fuente: El autor)

- Intervención: diagnóstico inicial del proceso, determinación de requerimientos adicionales de muestreo, determinación de límites de control, ajustes de proceso para asegurar condiciones microbiológicas de los jugos llenados en frío.

- Comparación: se realizaron comparaciones de los recuentos microbiológicos después de saneamiento en diferentes temperaturas, tiempo de contacto y concentración.
- Control de variables extrínsecas: con el propósito de controlar los posibles factores que pueden alterar los resultados del presente estudio, se establecieron condiciones de proceso reproducible y se mantuvieron constantes condiciones de análisis para cada una de las diferentes muestras.
- Programación de la colecta de datos: se llevaron a cabo muestreos, de todo el sistema de proceso comprendido por tratamiento de aguas, preparación de jarabes, preparación de envase, llenado y producto terminado de manera diaria y cada hora durante la primera fase y a partir de esta se definió un monitoreo total de proceso de manera semanal.
- Sitio y/o ambiente de la investigación: La investigación se llevó a cabo en la Industria Nacional de Gaseosas ubicada en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Fontibón, donde se cuenta con una línea de llenado en frío. El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios de las instalaciones de la empresa.
- Comunicación: La empresa autorizó el análisis de la línea de producción, y los procesos que intervienen en el llenado de bebidas en frío, a cambio se diseñó el sistema de indicadores de control microbiológico para la línea de producción.

5.2 Unidad de análisis

Para llevar a cabo la presente investigación se tomó como unidad de análisis la línea de llenado en frío, el universo se encuentra integrado por materia prima y los procesos de tratamiento de agua, preparación de jarabes proporcionado, llenado, saneamiento, y condiciones ambientales evaluados microbiológicamente respecto a las variables de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras.

Se estudió la muestra correspondiente a los parámetros monitoreados durante el proceso productivo de jugos llenados en frío, posterior al proceso de saneamiento. En este estudio la muestra es probabilística debido a que todos los elementos tienen la posibilidad de ser elegidos durante los análisis, para determinar una estimación de las variables de la población.

5.3 Hipótesis, variables

La hipótesis alrededor de la cual se construyó el presente trabajo, es que las condiciones microbiológicas del producto terminado llenado en frío están directamente relacionadas con variables críticas de producción.

Las variables en esta hipótesis son variables independientes como el tiempo y las condiciones de producto terminado, crecimiento microbiológico durante la producción de jugos llenados en frío, técnicas de obtención de recuentos en las variables aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, tiempo y temperatura de contacto de saneamiento como variables dependientes.

- **Aerobios mesófilos:** Indican el grado de contaminación de una muestra, y la condición que favorece el crecimiento microbiano. Es un indicador de

alimentos frescos analizado de manera directa a través de filtración por membrana incubada en un medio plate count para hidratar de tal manera que se minimice la variabilidad en la obtención del resultado, las placas se incuban entre 30 y 37 °C por un periodo de 24 a 48 horas

- Coliformes: Indican las condiciones de saneamiento, analizado de manera directa a través de filtración por membrana incubada en un medio M-FC para hidratar de tal manera que se minimice la variabilidad en la obtención del resultado, las placas se incuban entre 30 y 37 °C por un periodo de 24 a 48 horas
- Mohos y Levaduras: Indican el grado de contaminación de una muestra, analizado de manera directa a través de filtración por membrana incubada en un medio M-Green para hidratar de tal manera que se minimice la variabilidad en la obtención del resultado, las placas se incuban entre 20 y 36 °C por un periodo de 120 horas.
- Tiempo de Contacto: Es el tiempo requerido para garantizar la eliminación o disminución del recuento microbiológico en la línea de producción.
- Temperatura: Recurso que garantiza la muerte bacteriana durante el proceso de saneamiento.
- Concentración de solución saneadora: Es la cantidad de solución saneadora que se requiere para garantizar las condiciones necesarias para asegurar las condiciones de saneamiento.

Para medir cada una de estas variables se diseñaron los siguientes indicadores:

Tabla 1. Variables de seguimiento

Eficiencia	Tiempo de contacto de saneamiento/tiempo de contacto requerido para garantía de saneamiento*100
	Temperatura promedio durante el tiempo de saneamiento/ temperatura objetivo *100
	Tiempo transcurrido para inicio de producción / tiempo máximo establecido para inicio de producción*100
Cumplimiento	Numero de muestras analizadas/Número de puntos de muestras definidas *100
	Cumplimiento del plan de monitoreo microbiológico/plan
Evaluación	Número de puntos de muestreo que presentan recuento aerobios mesófilos/ total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100
	Número de puntos de muestreo que presentan recuento Mohos/ total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100
	Número de puntos de muestreo que presentan recuento Levaduras/ total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100
Eficacia	Tiempo consumido para realizar saneamiento/ tiempo definido para saneamiento *100
	Número de enjuagues de saneamiento sin recuento de aerobios mesófilos/ total de saneamientos realizados*100
	Número de enjuagues de saneamiento sin recuento de mohos/ total de saneamientos realizados*100
	Número de enjuagues de saneamiento sin recuento de levaduras/ total de saneamientos realizados*100
Indicador de Gestión	Numero de desviaciones de producto terminado/número de producciones*100
	Cantidad de producto dado de baja por resultados microbiológicos durante cuarentena/ Total de producto producido durante periodo de producción*100

Descripción de cada indicador anexo 2

5.4 Técnicas y procedimientos

La ejecución del proyecto se realizó en tres fases que correspondieron a las actividades requeridas para dar cumplimiento a los objetivos planteados para el proyecto.

5.4.1 Fase I: Caracterización de las condiciones microbiológicas de la línea de producción de jugos llenados en frío, con relación a las concentraciones de sanitizante, temperaturas y tiempo de contacto durante el saneamiento

En la primera etapa se realizó un seguimiento al comportamiento microbiológico de la línea de producción de jugos llenados en frío, para presentación de 2 litros. El monitoreo se llevó a cabo en cinco saneamientos semanales consecutivos.

Definición de las condiciones del proceso

A partir de la determinación de la relación que se da entre los diferentes procesos necesarios para obtener producto terminado se realizó el seguimiento a los saneamientos para establecer la temperatura el tiempo de contacto y concentración de sanitizante requeridos para garantizar las condiciones de producción.

Para hacer la recolección de las muestras de proceso se definió un orden secuencial. Figura 4.

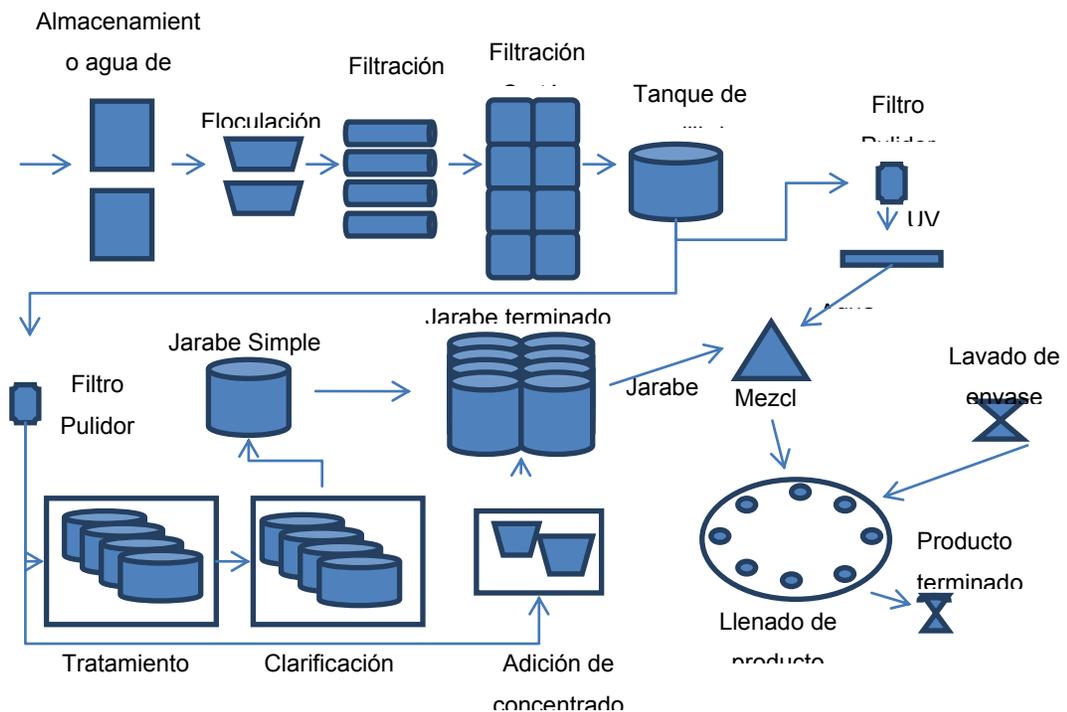


Figura 4. Proceso de llenado en frío de productos (Fuente: el autor, 2011)

Previamente al inicio de producción se tomaron de muestras de enjuague de saneamiento y, análisis de superficie mediante liberación con Biotrace.

Se llevó a cabo un seguimiento a los resultados de las pruebas microbiológicas de saneamiento respecto con el tiempo de contacto, temperatura, y concentración de solución sanitizante con las que se garantizaron las condiciones iniciales de producción con el fin de validar el procedimiento de CIP.

Para la recolección de las muestras se definió como secuencia de muestreo almacenamiento de agua de acueducto, flocculación, filtración por arena, filtración por carbón, tanque de equilibrio, filtro pulidor de jarabe, jarabe simple flotado, jarabe simple clarificado, jarabe simple filtrado, jarabe terminado, filtro pulidor de agua, ultravioleta, proporcionado de agua, proporcionado de jarabe,

mezcla, envase lavado y producto terminado. Esta secuencia de muestreo se sigue en la toma de cada una de las muestras. Con lo cual se busca darle consistencia a las mediciones.

Esta secuencia de monitoreo se define para este proceso siguiendo la secuencia lógica para la obtención de producto llenado en frío, ya que no se cuenta con una metodología documentada que defina la forma de realizar dicho proceso.

Para cada una de las evaluaciones realizadas en el proceso, se emplearon controles negativos con agua estéril de medio de cultivo, para cada una de las variables que se analizaron; no se emplean controles positivos al ser un laboratorio de calidad, no se permite el almacenamiento de cepas.

Muestreo

El muestreo se realizó a lo largo de todo el proceso que interviene para la obtención de bebidas llenadas en frío para la presentación de 2 litros, tomando desde la materia prima, tratamiento de agua, preparación de jarabes, llenado y producto terminado. Ver figura 5

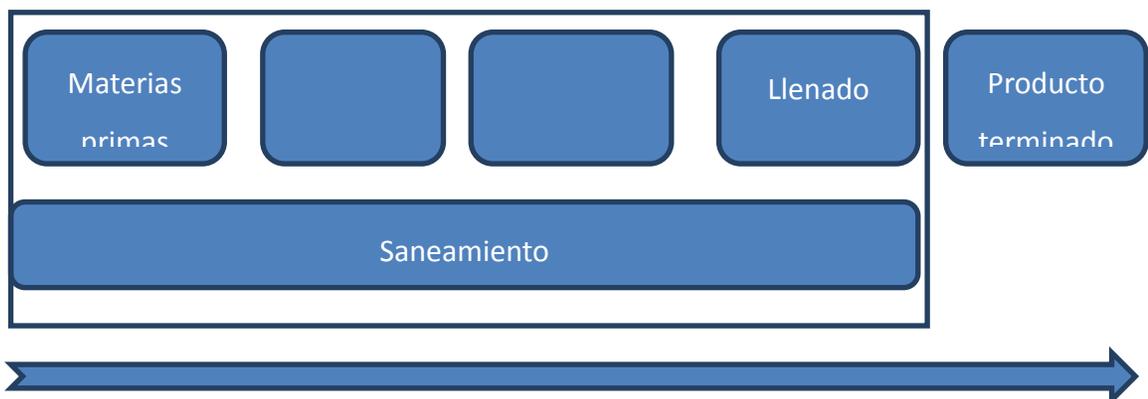


Figura 5 Procesos muestreados, (Fuente: autor, 2011)

Inicialmente se realizó muestreo para garantizar las condiciones del saneamiento, se tomaron 12 muestras (250ml) de agua de enjuague en las válvulas de la llenadora, la cantidad de enjuagues tomados corresponde al 10% de las válvulas del equipo

Para garantizar la condición de la superficie del equipo se definió una aprobación para el inicio de producción, mediante el análisis de superficie a 12 válvulas de la llenadora mediante la determinación in situ de la presencia de ATP (adenosintrifosfato) mediante el uso de la prueba Clean Trace de 3M, permitiendo la toma de correcciones inmediatas en caso de desviación, el valor máximo para la aprobación es de 300 URL (Unidades relativas de luz), este valor definió por el proveedor según estudios que garantizan las condiciones para una superficie en contacto con alimentos. De tal manera que la presencia de valores altos de ATP de cualquier origen (microbiano o no) indican una limpieza deficiente (Whitehead,2008).

El luminómetro es una plataforma de monitoreo de higiene, diseñado con una función de auto calibración que prueba los parámetros cada vez que se enciende el equipo, ofreciendo la seguridad de que el equipo funciona correctamente y reducen la necesidad de realizar una calibración manual.

El equipo está diseñado para medir la luz generada a partir de los reactivos del hisopo, el resultado se genera con base en el bloqueo de luz externa, la posición del equipo que permite la reacción, la detección de los fotones de luz, discriminación del ruido, cuenta de los pulso de los fotones de luz detectados por el PMT (Tubo fotomultiplicador) a 562nm.

Inicialmente se realiza una revisión del fondo para detectar posibles fugas de luz, el segundo paso es la auto calibración mediante un diodo emisor de luz ubicada en el reflector, el nivel de luz detectado en el inicio se compara con el

nivel de luz detectado durante la última calibración, si se detecta una desviación el equipo emite una señal de “calibración requerida”, cualquier obstáculo como suciedad, derrame de líquido de los hisopos o manipulación del equipo indicará error. La calibración manual se debe llevar a cabo cada dos años, empleando luciferina/luciferasa/ATP de lotes calibrados con instrumentos de referencia, actualmente no existen estándares de luminiscencia trazables (3M, 2007).

Posterior al saneamiento, el muestreo definido para cada etapa de proceso que interviene, se definió con base en los requerimientos establecidos por la compañía, de la siguiente manera:

Para Materias primas: Tapa (5 tapas para cada unidad de muestreo), envase (3 envases), azúcar (10 gr).

Para tratamiento de agua se tomaron puntos fijos de muestreo en orden secuencial de la siguiente manera: entrada de agua de acueducto (250 ml), tanque de almacenamiento de agua (250 ml), floculador de agua (250 ml), filtro de arena (250 ml de agua), purificador de carbón (250 ml), tanque de equilibrio (250 ml), filtro pulidor (250 ml), ultravioleta (250 ml), proporcionador de agua (250 ml) y filtro pulidor de jarabes (250 ml).

Preparación de jarabes, se tomó jarabe simple flotado (25 ml), jarabe simple clarificado (25 ml) jarabe simple filtrado (25 ml), jarabe terminado (25 ml), y el proporcionador de jarabe (25 ml).

En la etapa de llenado se tomó el envase lavado (5 envases); mezcla agua jarabe que va a ser adicionada en la botella (25 ml) , producto embotellado (25 ml) muestras hora a hora durante todo el periodo de producción).

Procedimiento

Para el análisis de la información durante los cinco saneamientos, se tomaron los datos de temperatura, tiempo de contacto y concentración de sanitizante, variables claves para el proceso, que son reportados por el sistema CIP, mediante instrumentos calibrados por el CNM (centro nacional de metrología, representantes de ICONTEC en las instalaciones de la planta).

De manera adicional se tomó la temperatura, concentraciones y tiempos de contacto de manera manual en los puntos de retorno. Dicha información se comparó con el resultado microbiológico obtenido de los enjuagues del saneamiento, a partir de los resultados obtenidos se estableció el rango óptimo de temperatura, concentración de sanitizante y tiempo de contacto.

Con base en la definición de condiciones óptimas de saneamiento e identificación de variables microbiológicas que garantizan la producción de una bebida llenada en frío de calidad, se procedió a realizar las curvas de crecimiento para las variables microbiológicas aerobios mesófilos mohos y levaduras, se excluye el recuento de coliformes totales para esta segunda etapa ya que durante el seguimiento realizado a los 5 saneamientos no se identificó presencia de este microorganismo, y al verificar los resultados históricos no se detecta en ninguno de los puntos de muestreo.

Las curvas se desarrollaron por una semana de producción que corresponde a 6 días, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

1. Se tomó muestra de agua de enjuagues al finalizar el saneamiento, el volumen tomado fue de 120ml, se empleó la técnica de filtración por membrana, se tomaron 10ml para analizar aerobios mesófilos (<25 UFC/ml), y 100ml para el análisis de mohos y levaduras (<10 UFC/ml),

esta referencia se toma con base en la normativa establecida por Coca Cola Company. Sobre la superficie del equipo se realizó un análisis de superficie mediante el equipo Clean Trace con el fin de determinar la presencia de materia orgánica, como método de aprobación del equipo, el límite máximo aprobado según la referencia del proveedor (3M) el límite máximo es 300 URL.

2. De manera paralela, a partir del momento en que se terminó la preparación del jarabe terminado en el tanque, se tomaron muestras (25 ml) que fueron analizadas por recuento en placa en profundidad esto determinado por la presencia de pulpa en la muestra, se toman 1 ml de la muestra se adiciona el medio de cultivo plate count a 26°C aproximadamente se homogeniza y se deja solidificar, se lleva a incubar a una temperatura de 30- 37°C por un periodo de 72h realizando un seguimiento cada 24 horas para identificar crecimiento, para mohos y levaduras se colocó 1 ml, se adiciona el medio M-Green a 26°C aproximadamente se homogeniza y se llevó a incubar a una temperatura entre 25- 27 °C realizando un seguimiento a partir de las 72 h hasta completar el periodo de incubación que corresponde a 120 h.
3. A partir del inicio de producción se tomaron 120 ml de agua a diario en el tanque de equilibrio, luz UV, proporcionador de agua, se empleó la técnica de filtración por membrana, la muestra fue analizada de la siguiente manera se tomaron 10 ml para aerobios mesófilos (<25 UFC/ml), y 100 ml mohos y levaduras (<10 UFC/ml).

De jarabe terminado se tomaron 25 ml en el proporcionador de jarabe, mezcla agua jarabe en el mezclador y producto terminado hasta terminar la producción, que fueron analizados mediante recuento en placa profunda esto determinado por la presencia de pulpa en las muestras.

5.4.2 Fase II: Determinación de curvas de crecimiento y comportamiento microbiológico, de los equipos en condiciones ideales de saneamiento

En la segunda fase se llevó a cabo la identificación de procesos de inhibición de crecimiento, a partir del comportamiento respecto al crecimiento microbiológico, se tomaron los datos obtenidos y se realizaron las curvas de crecimiento microbiológico para cada proceso durante el periodo de producción y se identificó el punto de partida del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras hasta el final de la producción.

Para la determinación del comportamiento microbiológico se llevó a cabo el mismo procedimiento empleado para las curvas de crecimiento microbiológico para los 6 días de producción, la única variación se realizó fue respecto a la frecuencia, que se llevó a cabo cada 2h hasta completar 96 h, este tiempo se definió con base en los resultados obtenidos durante la primera fase, donde se presentó desviación a partir de las 96h.

Para la identificación del comportamiento microbiano se empleó:

1. Relación del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras de los enjuagues en el tiempo.
2. Relación entre URL y recuento de aerobios mesófilos, mohos y levadura obtenidos en laboratorio por método de filtración por membrana después del saneamiento.
3. Se estableció mediante un gráfico de crecimiento microbiológico de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en UFC/ml de jarabe

terminado en el tanque, durante el tiempo que permanece hasta la finalización de la producción en horas.

4. Elaboración de un gráfico del comportamiento microbiológico en producto terminado durante la producción.

Posterior a la identificación de las etapas de proceso que interfieren con las condiciones microbiológicas, se determinaron las variables críticas del proceso de llenado en frío, a través de las cuales se definen los criterios de aceptación o rechazo, teniendo en cuenta:

1. Identificación de parámetros de saneamiento que garantizan las condiciones microbiológicas en el tiempo.
2. Determinación del tiempo máximo de producción sin tener un riesgo microbiológico.

5.4.3 Fase III Diseño de Indicador

El desarrollo de indicadores se realizó con base en la norma española 66175:2003, se tomaron los objetivos estratégicos de la compañía, y se establecieron los que son afectados en caso de desviación microbologica en producto terminado, para este tipo de producto, con lo cual se definio en el proceso de despliegue operativo y la importancia por parte de la dirección. Posteriormente se procedio a diseñar el sistema de indicadores de la siguiente manera:

1. Diagnóstico y análisis del sistema actual respecto a la estrategia de la empresa a partir de la misión y la visión respecto al aseguramiento microbiológico.
2. Desarrollo del sistema de indicadores para mejorar la gestión a partir de un análisis jerárquico aplicado a las etapas del proceso de jugos de llenado en frío (Expert Choice), con lo cual se define el proceso que tiene mayor incidencia respecto a la contaminación del producto terminado.
3. Se determinaron los límites de control tomando como referencia los límites de especificación establecidos por la compañía mediante la estimación de los límites de control χ^2 con un $\alpha=0.05$ (Delgado, 2004). A partir de lo que se definió el CMI (cuadro de mando integral) que aplica para cada una de las variables monitoreadas.
4. Desarrollo de la herramienta para el índice de control microbiológico para la línea de llenado en frío (Matlab).

6. Resultados y Discusión

6.1 Fase I: Caracterización de las condiciones microbiológicas de la línea de producción de jugos llenados en frío, con relación a las concentraciones de sanitizante, temperaturas y tiempo de contacto durante el saneamiento

A partir del diagnóstico inicial, respecto a las condiciones de llenado de proceso, se detectó que la temperatura de saneamiento reportada por el equipo de CIP no era estable, al verificar los resultados históricos se observaron saneamientos con temperaturas mínimas de 70°C y máximas de 89°C.

Se identificó que el proceso de saneamiento se encontraba parametrizado con base en el tiempo transcurrido durante este, de tal manera que durante la etapa de saneamiento en algunas ocasiones no se alcanza la temperatura requerida pero si se contabilizaba el tiempo de contacto. Por lo cual fue fundamental definir la etapa de saneamiento no por tiempo transcurrido desde el inicio del proceso CIP sino al alcanzar la temperatura requerida por un periodo de 15 min para garantizar las condiciones microbiológicas de la línea de proceso durante la etapa de llenado.

Por otra parte, respecto a la concentración de sanitizante en los cinco saneamientos a los que se les hizo seguimiento para establecer el diagnóstico inicial, se identificó que la concentración era estable para todos los casos, se encuentra entre 1.5 - 2ppm de sanitizante, y tiempo de contacto de 10 minutos a una temperatura de 70-72°C que corresponde a lo recomendado por el proveedor. En el Figura 6. Se observa el comportamiento promedio de la temperatura de los datos históricos.

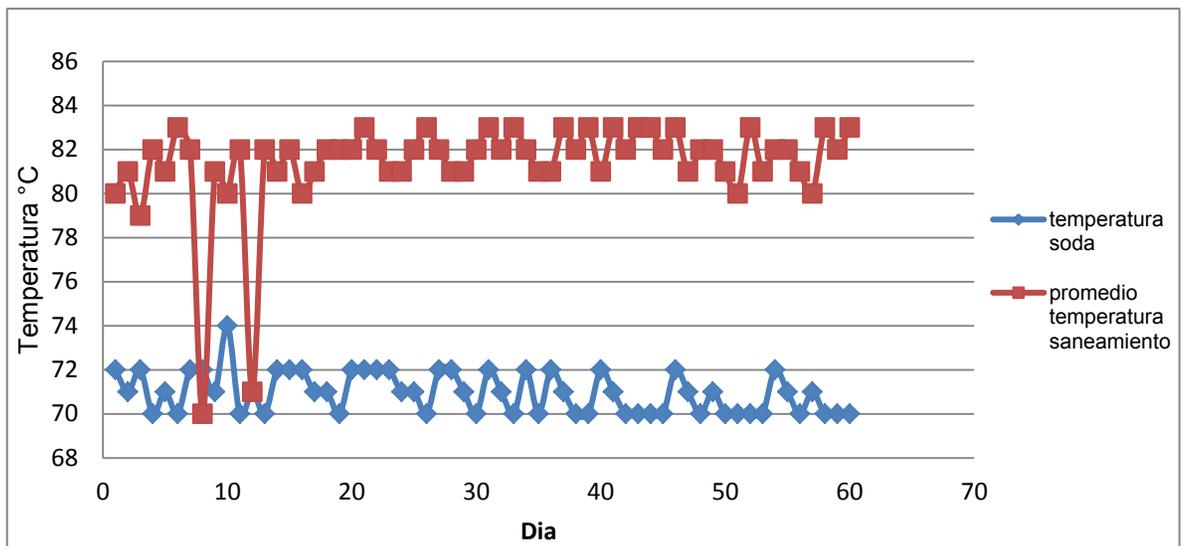


Figura 6 Comportamiento del promedio de la temperatura durante la fase de saneamiento y fase de contacto de soda.

Los picos inferiores a 70°C observados en el gráfico, en la etapa de saneamiento, son causa directa de dos lotes de producción no conformes por la presencia de microorganismos aerobios mesófilos, que tienen la capacidad de crecer en el jugo llenado en frío, que pueden llegar a ocasionar efectos en la calidad del producto. La presencia de microorganismos alteradores puede fácilmente ocasionar deterioro de la bebida, reduciendo la vida útil y la calidad (Frazier, 1993).

Respecto a la temperatura de saneamiento se observó variación en rangos, esto debido a que en el tiempo de contacto la temperatura no es estable, oscila en un margen de 4 °C. Para determinar la temperatura óptima de saneamiento, se tomaron cinco rangos de temperatura 70-73°C, 74-77°C, 78-81°C, 82-85°C, 86-89°C a partir de los datos históricos. Con base en estos rangos se llevaron a cabo los saneamientos y al finalizar cada uno de estos tratamientos se tomó agua de enjuague en la llenadora. Los resultados se muestran en el figura 7. Para recuento de aerobios mesófilos, Figura 8. Recuento de mohos, y el figura

9. Recuento para levaduras, respecto a las temperaturas de saneamiento establecidas.

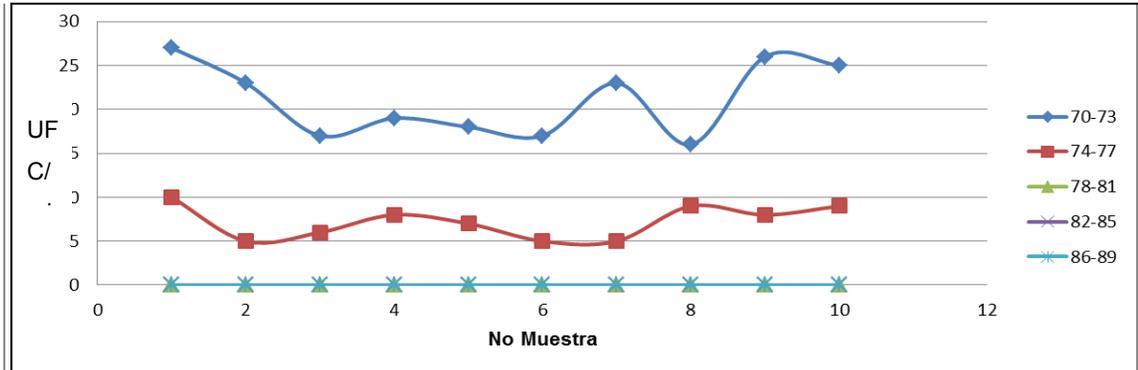


Figura 7. Comportamiento aerobios mesófilos (UFC/ml) respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico.

En la figura 7 se observa crecimiento de aerobios mesófilos en temperaturas entre 70-73°C, donde se presentaron tres muestras fuera de especificación y las siete muestras restantes analizadas presentan resultados fuera de límite de control. El límite de especificación es normatizado por la organización en 25 UFC/ml y con base en los datos históricos se establece el límite de control en 10 UFC/ml para no presentar con lo cual se aseguró el cumplimiento de los requerimientos de la compañía, ya que a partir de este resultado se puede presentar un crecimiento significativo que puede llegar a afectar el producto terminado. En el tratamiento del rango de temperatura entre 74-77°C se observa crecimiento en todas las muestras pero ninguna supera el límite de control.

Con estos resultados se puede inferir que el efecto de la temperatura y el tiempo de contacto son variables críticas en el aseguramiento de la calidad del jugo.

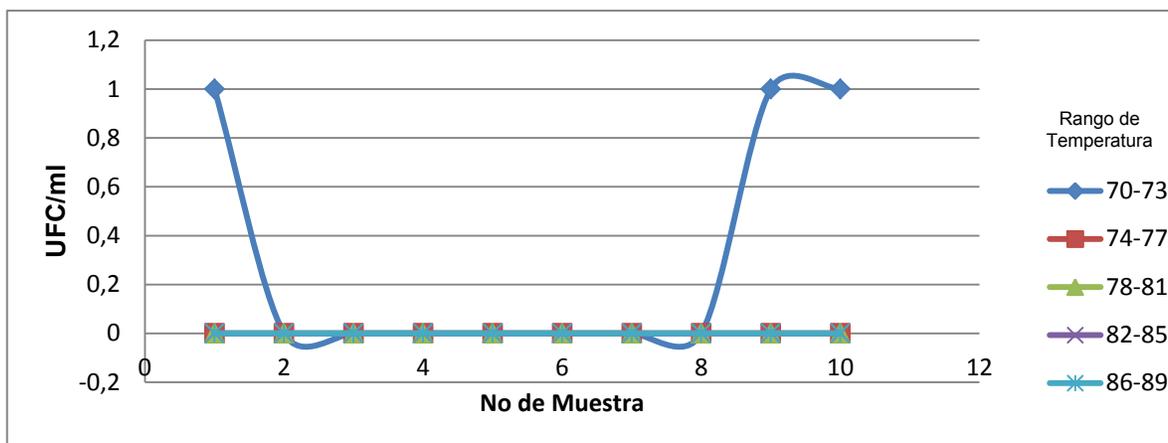


Figura 8. Comportamiento mohos respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico

El comportamiento de Mohos respecto a la temperatura de saneamiento figura 8, presenta crecimiento en rango de temperatura entre 70-73°C, de las 10 muestras analizadas tres presentaron recuento significativo respecto al límite de control y el de especificación, el límite de especificación es de 5 UFC/ml y el límite de control es de 1 UFC/ml.

Al comparar con el producto terminado procesado posterior a estos saneamientos presentan recuentos de estos microorganismos con respecto a las condiciones de la bebida.

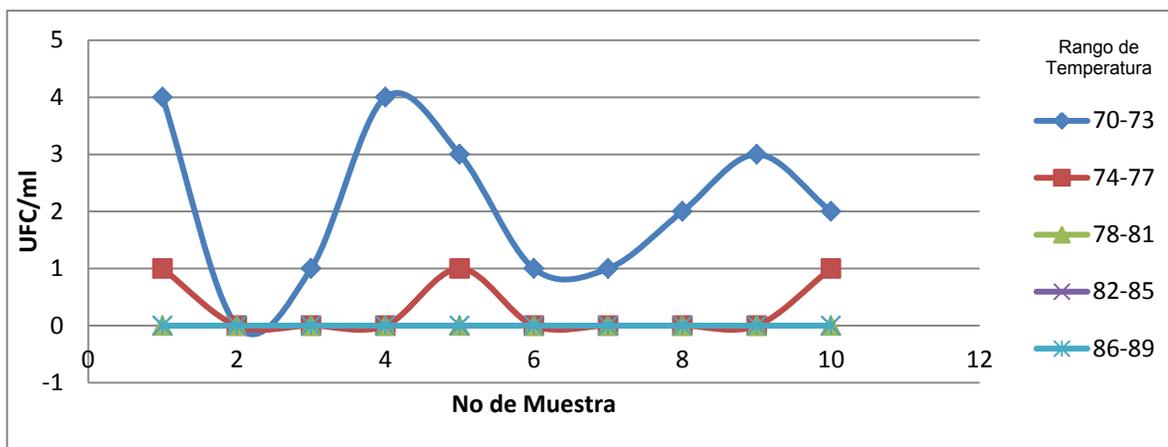


Figura 9 Comportamiento levaduras respecto a los rangos de temperatura establecidos para tratamiento térmico

Con relación al comportamiento de las levaduras respecto a los saneamientos presentados en la figura 9, se observó crecimiento en el rango de temperatura entre 70-73°C por encima del límite control 1 UFC/ml, en cuatro muestras de las diez analizadas pero no sobrepasa el límite de especificación que para la variables de levaduras es de 5 UFC/ml, para el tratamiento en el rango de temperatura entre 74-77°C se observa crecimiento de levaduras en tres muestras pero no superan el límite de control.

A partir de los resultados obtenidos para las variables aerobios mesófilos, mohos y levaduras se determinó que el rango óptimo de saneamiento que garantiza las condiciones microbiológicas durante la producción es desde 78°C, para garantizar que no haya crecimiento de microorganismos en bebida, se estableció como rango de saneamiento la temperatura comprendida entre 80-83°C, con el fin de evitar que posibles oscilaciones de la temperatura presenten un riesgo en el producto terminado. Se detectó frente al seguimiento realizado de manera manual de las condiciones de saneamiento, la necesidad de realizar un monitoreo en el retorno de la llenadora; con base en los resultados obtenidos que permitieron identificar una pérdida entre 4 y 5°C de temperatura debido a la distancia entre el punto de envío de las soluciones de saneamiento y la llenadora que corresponde aproximadamente a 100 metros.

Con respecto a la superficie en contacto con el alimento que fue analizada mediante la técnica de clean trace (luminometro), posterior al saneamiento con la cual se definió la aprobación para uso de la línea de llenado, el valor de aprobación de la superficie es de 100 URL como valor 0. Ver figura 10.

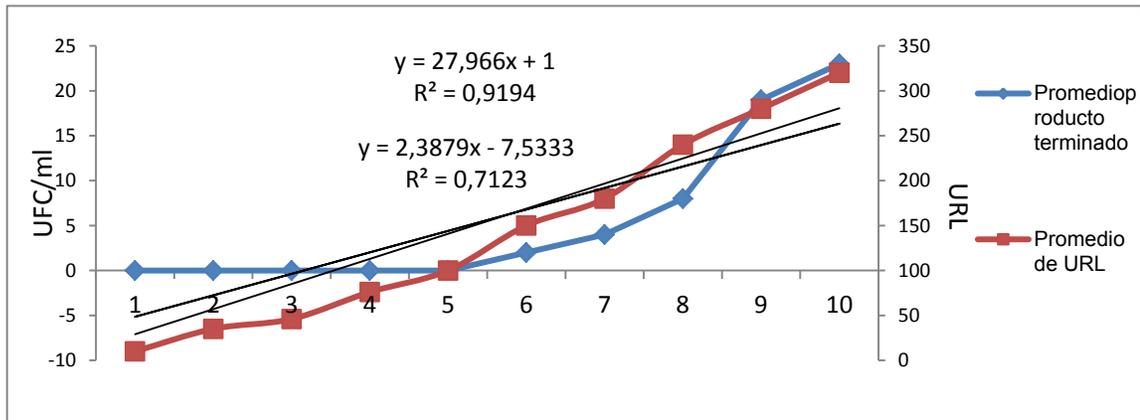


Figura 10. Relación de URL de aprobación de línea y producto terminado

Se presenta crecimiento de microorganismos (aerobios, mohos o levaduras) en el producto terminado, cuando se supera 100URL en la aprobación de la línea de llenado en frío, respecto a la recomendación hecha por el proveedor que correspondía a 300URL se observa crecimiento superior a 20UFC/ml.

Respecto a las superficies en contacto con las materias primas, como son la tolva del primer piso que corresponde al lugar donde se realiza la adición de tapa, la tolva del segundo piso, lugar donde se depositan las tapas posterior a un transporte mecánico, y pasan a ser aplicadas, y el aero-transportador de botellas, que se encarga de transportar la botella desde el área de soplado hasta el punto de uso. La medición se realizó en URL para la aprobación de superficie de contacto.Figura.11.

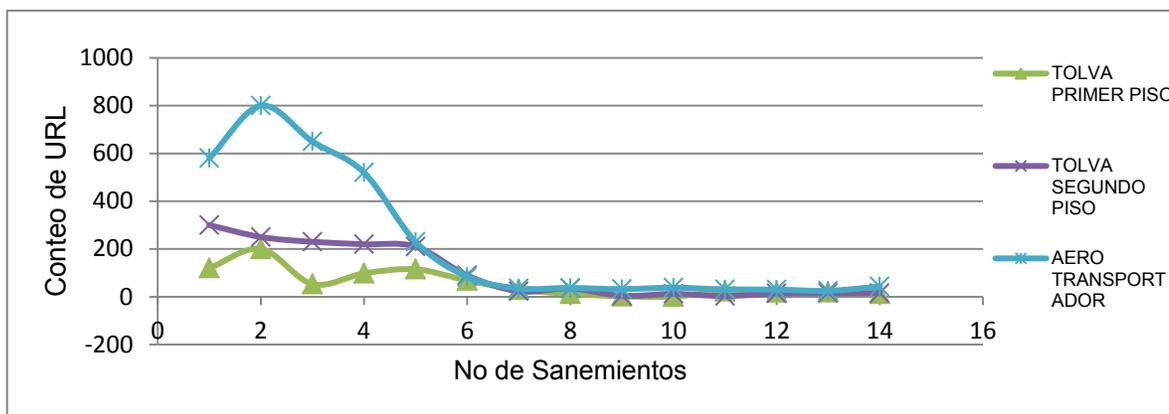


Figura 11. Comportamiento URL en superficies de contacto con materias primas

Durante el transcurso del aseguramiento del proceso se analizaron las superficies en contacto con las materias primas (tolva primer piso, total segundo piso y aero-transportador), el resultado promedio de estas superficies en contacto fue de 555, 360 y 612 URL respectivamente, superando lo recomendado por el proveedor para una superficie en contacto (300URL), lo que indico una conducen insuficiente de limpieza.

De acuerdo con los resultados obtenidos se desarrolló un trabajo conjunto con el proveedor de envase para la estandarización de un procedimiento de limpieza, aplicable a la superficie en contacto con materias primas ver (anexo 3). Una vez estandarizado este proceso se aplicó (saneamiento número 6) logrando mejorar las condiciones de higiene obteniendo en promedio valor cercanos a los 20 URL.

EL tratamiento del agua que se emplea como materia prima del jugo, se lleva a cabo a través de un almacenamiento inicial de agua de acueducto, un proceso de floculación convencional y floculación en línea en paralelo, posteriormente se filtra por arena y se elimina el cloro mediante el paso por purificación por carbón.

Para garantizar la condición del agua se realizaron curvas del comportamiento microbiológico para cada uno de los equipos con lo que se definió la frecuencia de rotación del sistema de tratamiento de agua

Equipo	Tiempo Máximo de Uso
Flocurador 1	6 días
Flocurador 2	6 días
Filtro de arena 1	72 horas
Filtro de arena 2	72 horas
Filtro de arena 3	72 horas
Filtro de arena 4	72 horas
Purificador carbón 1	48 h
Purificador carbón 2	72 h
Purificador carbón 3	48 h
Purificador carbón 4	96 h
Purificador carbón 5	72 h
Purificador carbón 6	72 h
Purificador carbón 7	48 h
Purificador carbón 8	72 h

Tabla 2. Tiempo máximo de uso de los equipos empleados para tratamiento de agua

Con base en los tiempos máximos de uso de los equipos empleados en tratamiento de agua, las necesidades de flujo de agua requeridas para el proceso, y garantizar las condiciones de producción continua por seis días, al inicio de semana trabaja el filtro de arena 1 y 3 hasta cumplir las 72 h, donde se deshabilitan y se inicia el uso de los filtros de arena 2 y 4. Se definió la secuencia de purificadores de carbón el 1, 2, 4 y 7 a partir del día lunes, el día miércoles se deshabilita el purificador 1 y pasa a saneamiento y se habilita el purificador 3, a partir del día jueves se deshabilitan los purificadores 2 y 7 e ingresan el 5, 6 y 8.

A partir de la condiciones definidas para garantizar el tratamiento de agua se tomó como punto de inicio de muestreo, el tanque de equilibrio el cual se

encarga de coleccionar el agua proveniente de los purificadores de carbón, y se encarga de la que distribución del agua tratada los diferentes puntos de uso del proceso productivo.

Aunque no era objetivo de este trabajo, a partir de la caracterización del proceso y la presencia de microorganismos en el producto terminado se procedió a realizar una identificación del microorganismo aerobio mesófilo aislado en la bebida terminada donde se idéntico que corresponde a un *Alicyclobacillus sp.*, bacilo gran positivo, esporulado.

Este tipo de microorganismos se ha aislado de frutas, vegetales, jugos, bebidas, con bajo pH, así como agua y en aguas de proceso (Smith, 2010)

6.2 Fase II: Determinación de curvas de crecimiento y comportamiento microbiológico, de los equipos en condiciones ideales de saneamiento

A partir de la determinación de las condiciones que garantizan el saneamiento, se llevó a cabo el seguimiento del comportamiento microbiológico por cada uno de los puntos de muestreo que para esta línea de producción son 29 (anexo 4). Estos contemplan materia prima, tratamiento de agua, lavado de envase, preparación de jarabes, llenado y ambiente.

Inicialmente, se tomaron los enjuagues de saneamiento respecto a las variables aerobios mesófilos, mohos y levaduras y las URL de las superficies en contacto, a partir del análisis de correlación de Pearson (anexo 5) se encontró una correlación alta entre las variables de los enjuagues tomados en los diferentes saneamientos esto corrobora que las mediciones fueron realizadas correctamente y proporcionan información confiable para el análisis de las variables, de igual manera se observó que hay una elevada correlación entre

los análisis realizados por el método de bioluminiscencia en con correlación de 99% entre las mediciones, según la medición de los dos tipos de análisis hay correlación del 68% entre los enjuagues y los resultados de luminometría, las dos técnicas de análisis proporcionaron información que permitió establecer criterios de aceptabilidad y rechazo. Ver figura 12

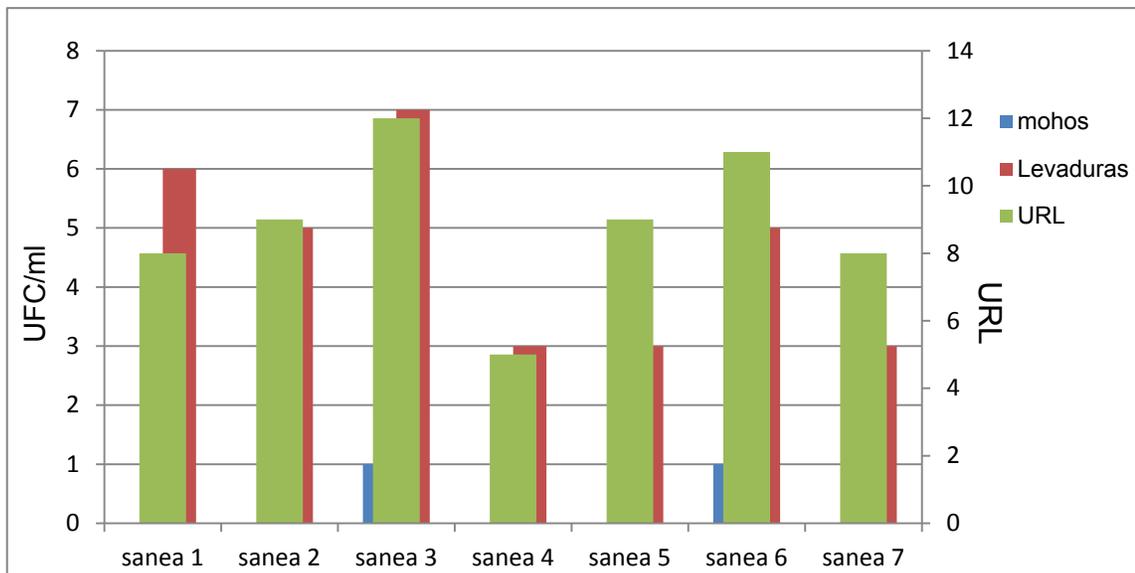


Figura 12. Numero de enjuagues que presentan recuento microbiologico cuando se supera 100 URL durante la aprobacion de linea

Dicha correlación entre los resultados en los enjuagues y los de luminometría se da cuando los valores de la superficie de la llenadora son superiores a 100 URL y los enjuagues presentan recuentos de aerobios mesófilos, sin sobrepasar los límites de control ni los de especificación, dos muestras presentaron recuento de mohos y levaduras en 1UFC que corresponde al valor más alto presentado en la aprobación de línea por el método de luminometría, los resultados fue de 223 y 215URL.

El valor de URL no debe sobrepasar 100 URL, con lo que se garantiza la condición de arranque del proceso de llenado en frio y la continuidad de la producción en condiciones microbiológicas adecuadas.

Por otra parte, respecto al comportamiento microbiológico por punto de muestreo a partir de la estandarización del proceso de saneamiento se analizaron los puntos de muestreo que presentaron crecimiento durante el diagnostico. A continuación se grafican los resultados por día de producción para las variables aerobios mesófilos figura 13, mohos figura 14 y levaduras figura 15.

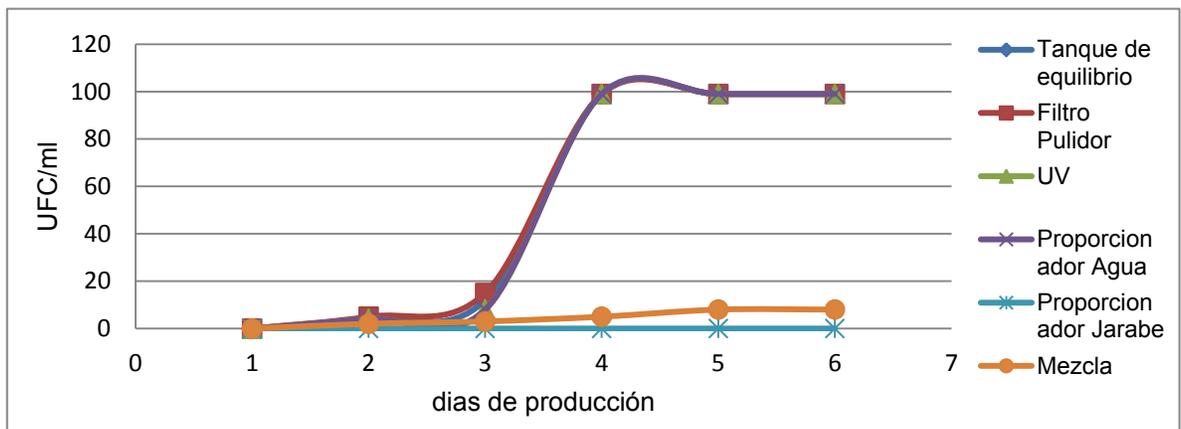


Figura 13. Comportamiento aerobios mesófilos por punto de muestreo vs días de producción.

En cuanto al comportamiento de aerobios mesófilos se observó, que hay correlaciones mayores a 90% entre tanque de equilibrio, filtro pulidor, UV, proporcionador de agua y mezcla, que permite confirmar que hay una relación directa entre los puntos de muestreo, respecto al comportamiento de jarabe. Se presenta crecimiento a partir de la etapa en la que se mezcla el agua jarabe y en la bebida lista para ser empacada.

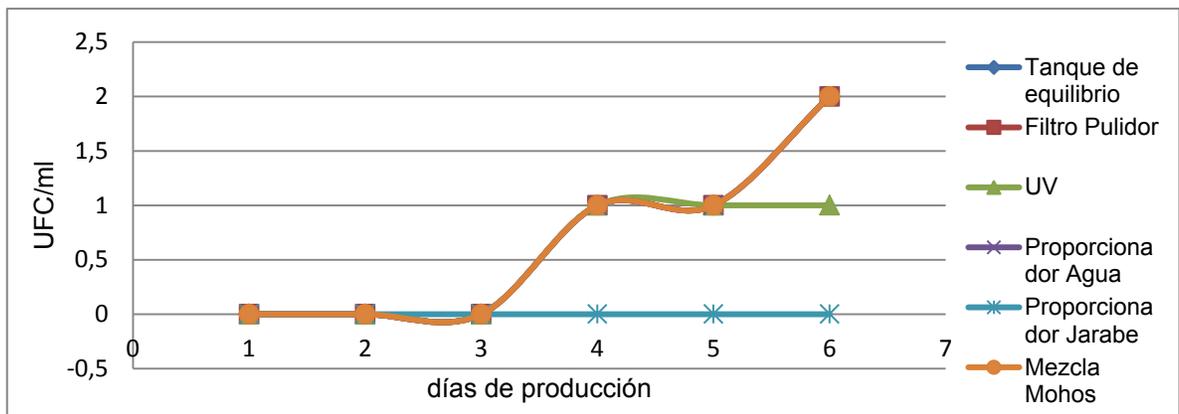


Figura 14. Comportamiento de mohos por punto de muestreo vs días de producción

Respecto al comportamiento de mohos a través del tiempo, la correlación de tanque equilibrio, filtro pulidor, UV, proporcionador de agua y el mezclador presentan crecimiento microbiológico desde el tanque de equilibrio a partir de las 72h, este recuento es minimizado en la UV pero mantiene un recuento de 1 UFC/ml que afecta la mezcla de agua y jarabe que se transfiere a producto terminado.

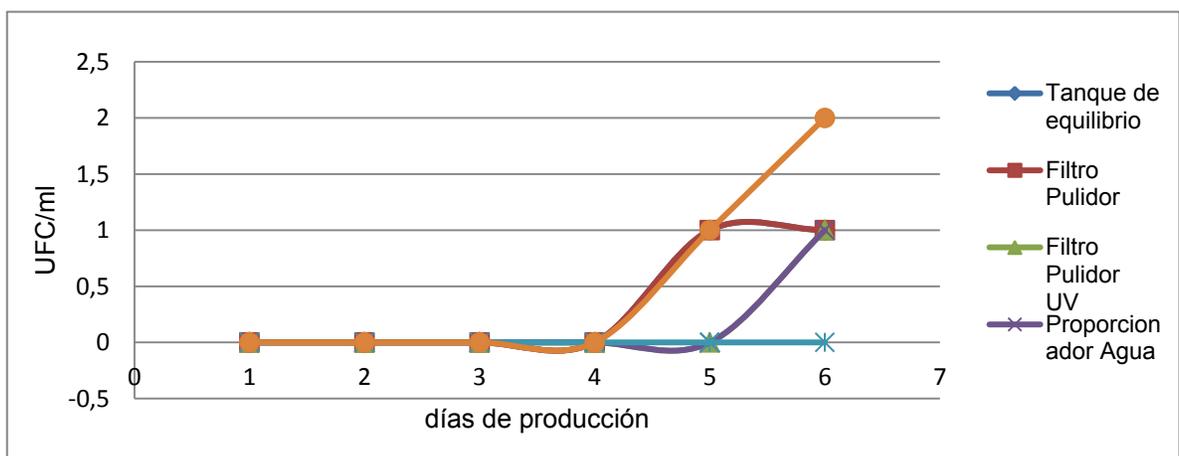


Figura 15 Comportamiento de levaduras por punto de muestreo vs días de producción

En el caso del comportamiento de las levaduras, se presentó crecimiento a partir de las 96h, la correlación de 92 % entre el tanque de equilibrio, el filtro pulidor y el proporcionador de agua, indica que el comportamiento de las

levaduras en estas etapas de proceso son similares, y la correlación del proporcionador de agua, el proporcionador de jarabe y el mezclador es del 87%. El caso de crecimiento de mohos y levaduras, no es significativo, al no competir con las bacterias a bajas temperaturas. (Garriga 1996)

A partir de los resultados obtenidos de los análisis de aerobios mesófilos, mohos y levaduras para los puntos de muestreo mencionados anteriormente, se identificó que a partir de las 72h se presenta crecimiento para las variables de aerobios mesófilos y mohos.

Para levaduras se presentó crecimiento a partir de las 96 h, con base en las correlaciones se puede concluir que hay una relación directa entre tanque de equilibrio, filtro pulidor, UV y proporcionador de agua.

Con base en los resultados obtenidos se procedió a la siguiente etapa de análisis del comportamiento microbiológico en un periodo de producción de 74h, se aumentó en 2 h el tiempo de muestreo respecto a los resultados obtenidos con el fin de evidenciar claramente el crecimiento microbiológico.

Para la identificación de restricciones de crecimiento y definición del tiempo máximo de producción respecto a las variables aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Los resultados obtenidos se observan en la figura. 16 para aerobios mesófilos.

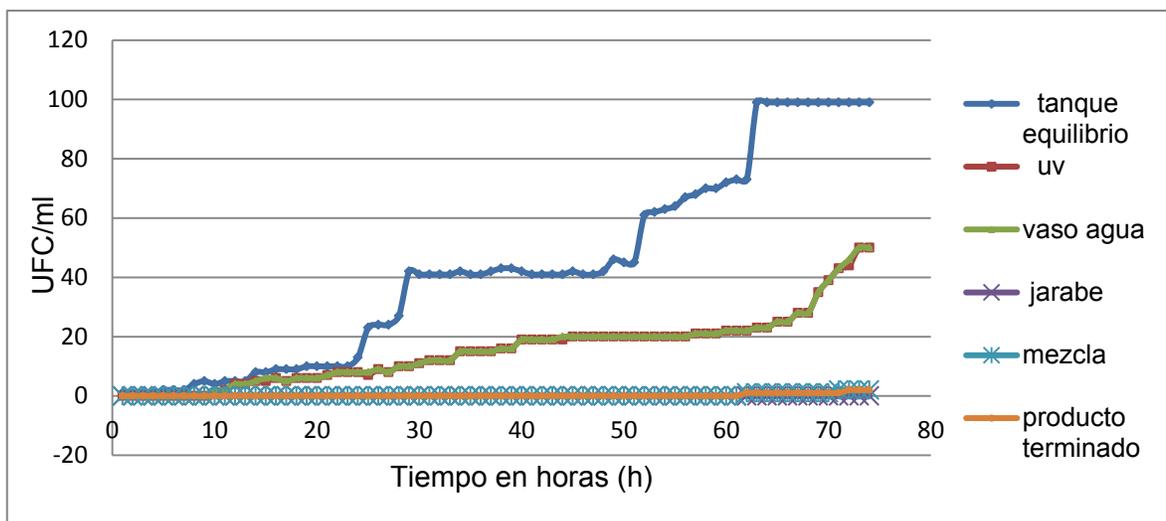


Figura 16 Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción

Se observó crecimiento microbiológico desde el inicio de producción en el tanque de equilibrio, por debajo del límite de control 10 UFC/ml hasta las 23 h de producción, los recuentos de aerobios mesófilos se incrementaron a valores fuera del límite de especificación a partir de las 23h y hasta las 62h, a partir de la hora 23 el recuento se encontró fuera de los límites de especificación (<25UFC/ml) para tanque de equilibrio, UV y proporcionador de agua. En el producto terminado se observó crecimiento a partir de la hora 23 con un recuento de 1UFC/ml para la variable aerobios mesófilos hasta el final de producción.

Se identifica como restricción del proceso productivo, que a partir que se presenta un recuento en el tanque de equilibrio hay una correlación del 90% con el proporcionador de agua. Así mismo la correlación entre la UV y el proporcionador de agua es del 99%, siendo estos resultados coherentes con proceso productivo. Estos resultados permiten determinar que el control sobre el tanque de equilibrio garantiza la condición del agua para el llenado del producto. (Anexo 6) De tal manera que se pueda minimizar el número de análisis realizados para el control de esta variable favoreciendo la disminución de costos.

La relación entre proporcionador de agua y mezcla es del 78% y proporcionador de agua y producto terminado es del 77% respectivamente, debido a que el proceso es secuencial, y a partir del momento en que se tiene el producto mezclado no se cuenta con otra etapa que reduzca el recuento microbiano con lo cual hay una relación directa entre estas etapas del proceso y el producto terminado. Durante el seguimiento realizado en la producción de 74h no se presentó recuento de mohos y levaduras, por lo cual el análisis estadístico de dichas variables no fue realizado.

Durante la producción se tomaron seis muestras de producto terminado, de las cuales se analizaron tres al terminar producción y tres se pre-incubaron a 35°C por 48h. Los resultados se observan en los figura 17 para producto terminado sin incubar y figura 18 para producto terminado pre-incubado a 35°C.

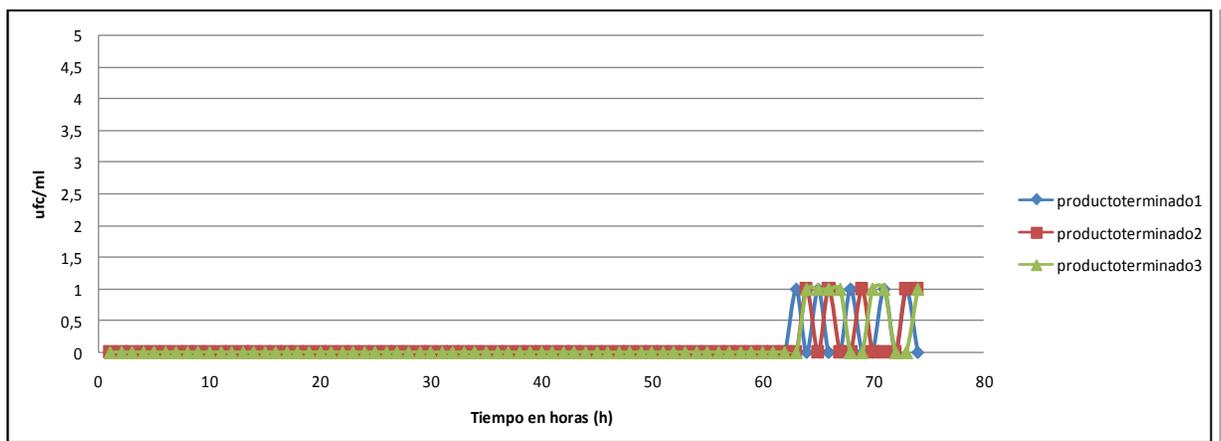


Figura 17. Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción sin incubar

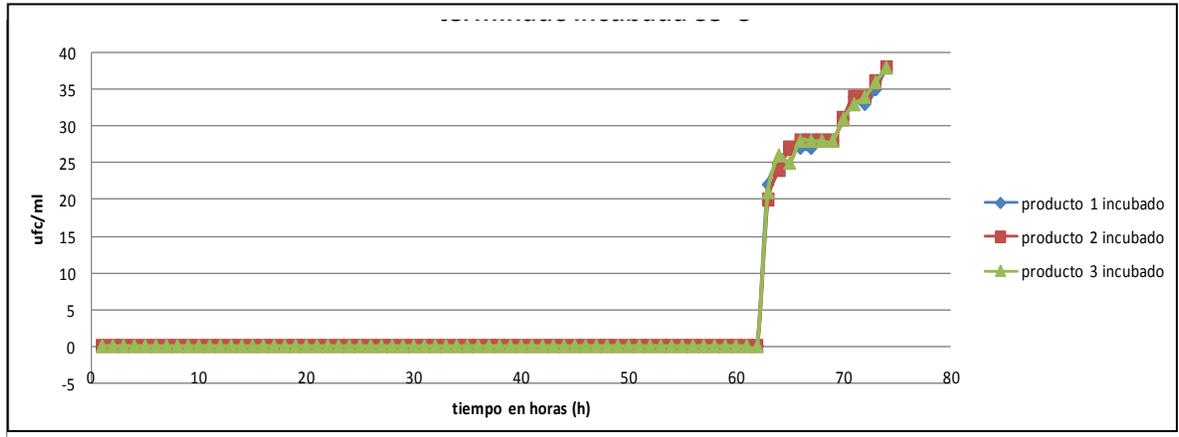


Figura 18. Comportamiento aerobios mesófilos en horas de producción incubado a 35°C

Se presentaron recuentos de aerobios mesófilos a partir de las 63h de producción en producto terminado, para producto pre-incubado y sin incubar, se analizaron las diferentes mediciones realizadas siendo la correlación más alta de estas repeticiones 73%, lo que indica una buena relación entre los tipos de medición. El comportamiento del producto terminado pre-incubado presento crecimiento de aerobios mesófilos superior a lo establecido para garantizar la calidad del producto terminado. (Anexo 7)

Se observa que cuando hay presencia de aerobios mesófilos con capacidad de crecer en la bebida recién empacada, con el tiempo se puede presentar un crecimiento mínimo de 20UFC/ml lo que puede llegar a provocar en el producto terminado un sabor indeseado.

Con base en los resultados obtenidos en el comportamiento de producción durante 74h se identificó que a partir de la hora 63 se presento crecimiento de microorganismos, que pueden afectar el producto terminado debido a la relación que existe entre el envío de agua del tanque de equilibrio y el paso por el proporcionador de agua y UV; por lo cual se establece como tiempo máximo de producción 60 h. (anexo 8)

Para garantizar una continuidad en la producción es necesario realizar un proceso de saneamiento en la planta de tratamiento de agua, desde el tanque de equilibrio hasta el equipo de llenado. En la actualidad llevar a cabo este proceso implica una parada total de planta, debido a que del tanque de equilibrio se distribuye agua para todas las líneas de producción y no se cuenta con un tanque alterno, por lo que el tiempo de producción máxima para bebidas con fruta llenadas en frío es de 60h.

A partir del promedio de los resultados obtenidos en enjuagues semanalmente, se evidencia un incremento secuencial en crecimiento microbiano, por lo que se ve la necesidad de realizar un choque químico (ver anexo 1) cada 4 semanas, con lo que se disminuye la población respecto a microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

El control microbiológico que se realizó sobre el producto o el proceso no es de carácter preventivo, sino que permite establecer la carga microbiana presente en el proceso.

6.3 Fase III: Diseño de indicador

Los procesos microbiológicos en la producción de bebidas permiten visualizar la calidad operativa de los procesos involucrados; por tanto y con base en el modelo causa y efecto, su control impacta el desarrollo de los lineamientos estratégicos de la compañía y la encamina al logro de la misión “satisfacer y agrandar con excelencia al consumidor de bebidas”, y la visión de “ser el mejor embotellador del mundo, reconocido por su excelencia operativa y calidad de su gente”. Cuando se analiza la organización como un todo sistémico, es cuando se identifica de qué manera un solo proceso puede llegar a afectar los objetivos estratégicos, y afectar los factores críticos de una organización. (Domínguez, 2001).

Para agradar al consumidor de bebidas y a su vez asegurar los procesos microbiológicos de la línea de llenado en frío, es necesario conocer a profundidad el sistema, su desempeño y desviaciones, garantizando el control y evitando sobrecostos por producto no conforme. Además lograr integrar el concepto de proceso, dentro de la organización permite que el trabajo se encamine en un solo sentido: producir.

El proceso en la compañía se encuentra conformado por una entrada por parte de los proveedores, una planeación, compras, producción, almacenamiento, distribución y venta, con una retroalimentación por parte del cliente consumidor y el cliente interno, brindando oportunidad de mejorar continuamente. Su desempeño se mide mediante indicadores de sistema y de resultados (ver anexo 9). En la figura 19 se presentan los porcentajes de relación de los **indicadores de resultados** que se ven afectados por desviaciones en la producción de bebidas llenadas en frío.

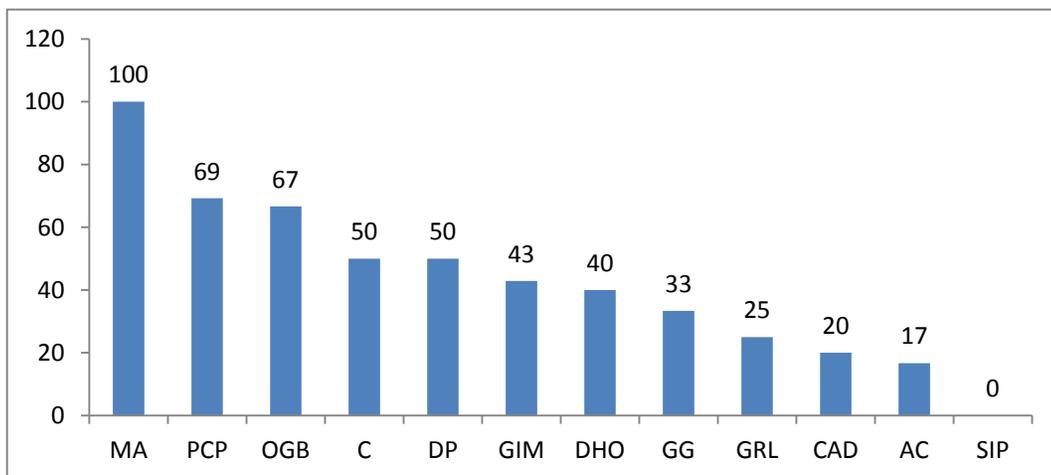


Figura 19 Porcentaje de la relación de indicadores de resultados respecto a una desviación de jugos llenado en frío.

Se observa que el único indicador que no se ve afectado por una desviación en el proceso de llenado en frío es Seguridad Higiene y Protección (SIP) y los indicadores que se ven afectados en mayor proporción son los de Medio Ambiente (MA).

Así mismo con respecto a los indicadores de sistema en la figura 20, se presentan aquellos que afectan por desviaciones en el proceso de llenado en frío.

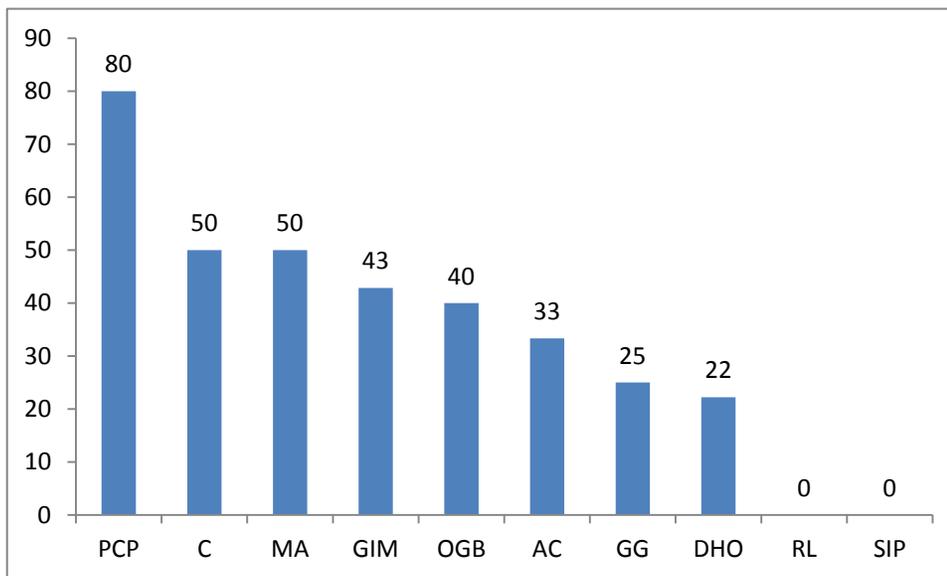


Figura 20 Porcentaje de la relación de indicadores de Sistema respecto a una desviación de jugos llenado en frío

Los indicadores de sistema miden el grado en que el sistema contribuye al logro de los fines para los cuales fue diseñado, así como al desempeño del servicio o de las tareas realizadas. Los sistemas de indicadores que no se ven afectados son relaciones laborales (RL) y el Sistema de Higiene y protección (SIP), el sistema de indicadores que presenta la mayor relación frente a una desviación de llenado los procesos claves de producción (PCP).

Se evidencia que el 90% de los indicadores de resultados y el 80% de los de sistema se ven afectados respecto a desviaciones presentadas en el proceso de jugos llenados en frío. Con lo cual se puede concluir que asegurar la

condición microbiológica de llenado en frío, favorece el cumplimiento de las metas y optimiza el desempeño de la planta.

Con base en las necesidades de la organización de establecer objetivos, a partir de la misión la visión y dar respuesta a los objetivos planteados por la compañía se buscó avanzar en el despliegue operativo de tal manera que el cumplimiento de objetivos planteados por la organización se realice de manera cotidiana desde la base de la organización. Se espera desarrollar un despliegue a nivel operativo de tal forma que los planes se lleven a cabo de manera cotidiana. Con lo cual como existen objetivos de nivel 1 y también se pueden manejar indicadores de nivel 2 o 3, basados en la norma española 66175:2003 y establecer el despliegue de las estrategias a todos los niveles de la organización.

A partir de los análisis del efecto de la desviación generados sobre la organización, se estableció un sistema de control de indicadores respecto a las variables microbiológicas que soporten la toma de decisiones en el proceso productivo, y a su vez se vea beneficiado el proceso de almacenamiento y distribución de este producto, al contar con él en el inventario para ser comercializado, de tal manera que desde la base de la organización se pueda dar respuesta desde la causa y no solo sobre el efecto de la desviaciones(Kaplan,2000).

El desarrollo de cuadro de mando para la línea de llenado en frío, partió del acondicionamiento de la línea de proceso, punto de partida del proceso y garantía de obtención de productos llenados en frío conformes para el mercado. Con base en estos resultados, se reunió un grupo de cinco expertos de la compañía y basado en el proceso de análisis jerárquico se empleó el software “ExpertChoice” para la priorización de los criterios que hacen parte del proceso productivo de jugo llenado en frío.

El proceso quedó distribuido respecto a un total de 1 que corresponde al 100% de la etapas que interactúan para la producción de jugos llenados en frío, distribuidos de la siguiente manera tratamiento de agua, 0.39, que contempla almacenamiento de producto, floculación tradicional, floculación en línea, filtración por arena, purificación por carbón, tanque de equilibrio, filtro pulidor, UV, proporcionador de agua, lavado de envase con un 0.16 de importancia, materia prima 0.06 para azúcar, envase, tapa, es importante contemplar estas variables en el manejo de indicadores de la línea de llenado en frío dado que es una entrada a proceso, pero se encuentra asegurada al emplearse proveedores aprobados, preparación de jarabe con una importancia de 0.15 contempla flotación, clarificación, filtración y el jarabe terminado, de igual manera se contempla el ambiente circúndate con un peso respecto al indicador de 0.04.(anexo10)

A partir de la definición de la importancia relativa de los criterios frente al proceso de llenado en frío se establecieron los criterios de aceptación y rechazo, con base en lo establecido como límite de control para el producto evaluado (Forsythe, 2000), aplicando la escala de 1 a 9 (Saaty,1998), incluyendo el 0 para todos iguales a este, que indican que la variable monitoreada esta en condición de aceptabilidad y controla ubicación de la escala según el punto de muestreo concuerda con el criterio de especificación para aerobios mesófilos (anexo 11).

Los límites de control se definieron basados en la relación respecto al comportamiento microbiológico del proceso y producto terminado.

El diseño de sistema indicador del comportamiento microbiológico de la línea de llenado en frío de un jugo mínimamente procesado se desarrollo a

siguiendo la secuencia de etapas para definir las condiciones de proceso, Figura. 21

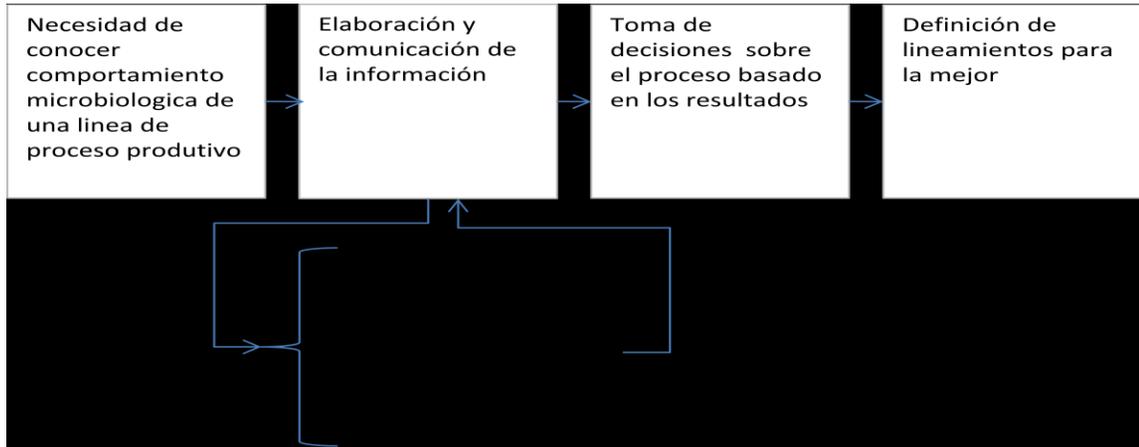


Figura 21. Manejo y análisis de los resultados (Fuente: el autor)

Con base en el análisis de la información determinaron las variables de proceso que definen las entradas al índice general, logrando desarrollar una herramienta que permita indicar independiente del método de análisis microbiológico empleado, un resultado general de la línea de producción contemplando todas las etapas que intervienen para obtener un producto terminado en condiciones microbiológicas esperadas. En la tabla 3. Se incluye cuadro explicativo de la definición del índice general e indicadores de aseguramiento de proceso.

Tipo de variable Proceso		Evaluación por método	Indicador de evaluación	indicador de seguimiento	Índice general del proceso
Tratamiento de agua	VARIABLES que son controladas para este proceso, aerobios mesofilos, coliformes, mohos y levaduras.	filtración por membrana	Resultado microbiológico respecto a limite de control y limite de especificación por variable.	Definición de pesos de importancia para los criterios respecto a valores en la escala de 1 a 9, aplicación juicios de valor no se manipulan los valores de referencia	Se define basado en la correlación entre los procesos empleando el programa Expert Choice
Jarabes	VARIABLES que son controladas para este proceso, aerobios mesofilos, mohos y levaduras.	profundidad			
Lavado de envase	VARIABLES que son controladas para este proceso, aerobios mesofilos, mohos y levaduras.	filtración por membrana			
Llenado	VARIABLES que son controladas para este proceso, aerobios mesofilos, coliformes, mohos y levaduras.	profundidad			
Saneamiento	VARIABLES que son controladas para este proceso, aerobios mesofilos, mohos y levaduras.	filtración por membrana			

Tabla 3. Variables de indicador

Con base en el definición de los procesos, los indicadores, los diferentes análisis microbiológicos se evaluó el desempeño de proceso productivo y la correlación de los proceso, con lo que se evaluó los parámetros establecidos en un escala de tal manera que se homologuen los resultado obteniendo un índice de los procesos ver Figura 22

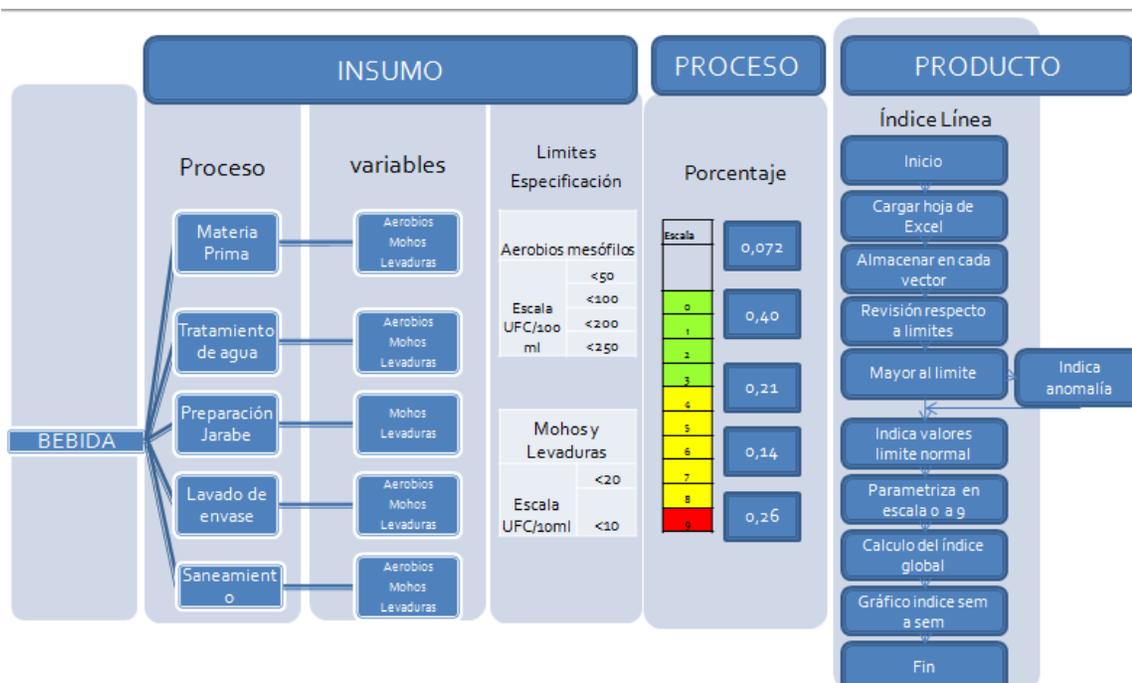


Figura 22. Relación de Procesos y variables para el desarrollo del Índice (Fuente: Autor)

De tal manera que se genere un ajuste en el proceso que permita llevar nuevamente los resultados a condiciones óptimas de proceso. Con base en los resultados obtenidos se desarrolló una interfaz en una plataforma GUI de MATLAB, que permite cargar los datos desde una hoja de Excel con un formato específico, para realizar el análisis de los mismos, y entregar la respectiva grafica de los índices globales calculados semana a semana ver figura 23, y adicionalmente informa al usuario si existe algún tipo de anomalía en los datos. En el anexo 12 se presenta el diagrama de flujo de toma de decisiones asociado al sistema de control microbiológico descrito.

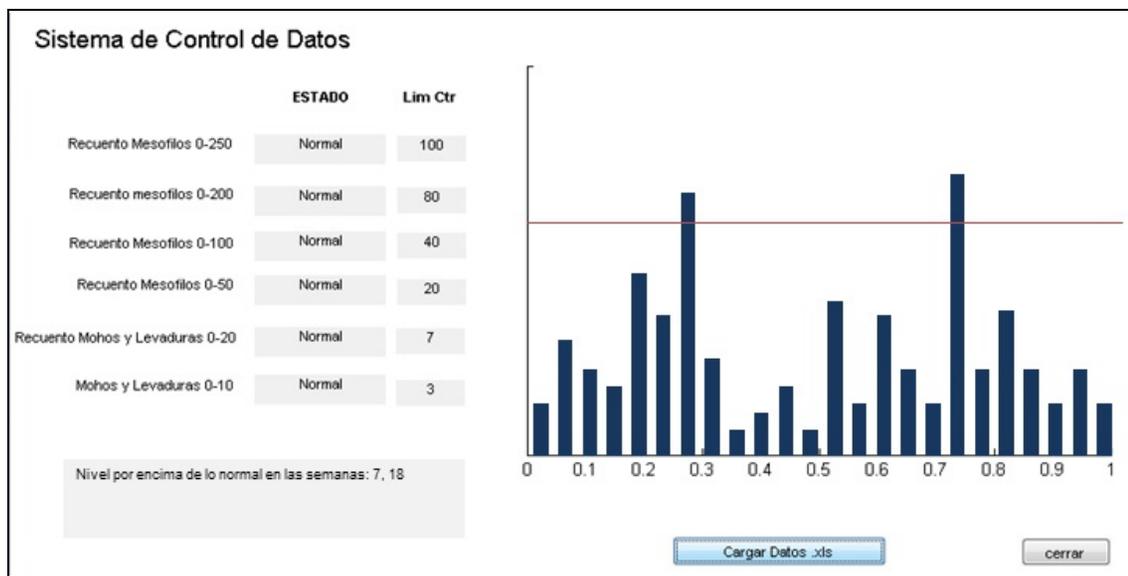


Figura 213. Índice Global, para línea de llenado en frío

El Índice global, permite contar con la información referencial, respecto a las variables de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, los límites de control, permiten la identificación del estado, normal o anormal y el estado de las variables respecto a la totalidad del proceso y de manera individual con lo que se define la prioridad de trabajo en el proceso y permite identificar tendencias en el comportamiento microbiológico.

CONCLUSIONES

Con base en el alineamiento del proceso de saneamiento a los estándares establecido por la empresa para la línea de llenado en frío de un jugo mínimamente procesado, se concluyo que las bacterias aerobias mesófilas con capacidad de crecer en un pH 4.2 +/-2 correspondiente a la bebida fueron los microorganismos que predominan en el proceso productivo y que tienen la capacidad de crecer en el producto terminado en el tiempo.

Durante el periodo de producción, a partir del muestreo del proceso y del producto terminado se evidencio que a partir de la hora 63 hay presencia de bacterias aerobias mesófilas con capacidad de crecer en el producto terminado y que hay una correlación de 0,97 cuando hay crecimiento por encima de 25ufc/ml en el tanque de equilibrio, respecto al producto terminado. Se concluye que el tiempo máximo de producción sin tener una efecto en el producto terminado es de 60 horas combase en los resultados obtenidos donde a esta hora se garantiza que no hay presencia de microorganismos que puedan alterar el producto termina y que para continuar produciendo es necesario realizar un saneamiento desde es tanque de equilibrio para garantizar las condiciones de proceso.

La herramienta propuesta permite la interpretación de los resultados microbiológicos de manera integral, mediante la generación de un índice que relaciona los procesos a partir de la correlación de los resultados, respecto al producto terminado, permitiendo direccionar la gestión sobre el proceso para dar cumplimiento a los objetivos estratégicos de la empresa además de permitir identificar la tendencia microbiológica de toda un línea de proceso por personas que no sean expertos en el tema de microbiología.

RECOMENDACIONES

Para implementar el diseño de un sistema indicador a otro proceso productivo de alimentos se recomienda identificar los procesos que intervienen para obtener un producto terminado, definir los puntos de muestreo que garantizan que se cubre la totalidad del proceso, definir los límites de control, con base en esta definición de de establecer la relación con escala de pesos y los porcentajes de importancia de los procesos.

Generar el compromiso y responsabilidad del nivel gerencial para identificar los conocimientos requeridos y competencias para el desarrollo de los diversos proyectos.

Adoptar un esquema participativo, fundamentado en el efecto de la desviación de los resultados de la desviación microbiológica respecto a los factores críticos de éxito.

Por otra parte se deben alcanzar los objetivos trazados en los indicadores de eficiencia, eficiencia, cumplimiento y evaluación propios de proceso que garantice las condiciones de producción para asegurar el mejoramiento de los resultados microbiológicos y no emplear esfuerzos en causas que no van a ser direccionadas a un aseguramiento microbiológico de proceso si no a una corrección respecto a desviaciones operativas.

Ampliar el sistema de indicador desarrollado para la línea de llenado en frío a las otras líneas de bebidas de la compañía, para contar con valores referenciales que permitan definir prioridades de trabajo, requerimientos de inversión e innovación en los procesos, bajo un criterio homologado.

Se sugiere realizar curvas del comportamiento microbiológicas de los puntos de muestreo definidos como esenciales para garantizar las condiciones de manera anual o cuando se realicen modificaciones de tal manera que el índice contemple la importancia de cada proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2008). Saneamiento ambiental higiene de los alimentos. España: Brujas.
- Albarracín, F. (2005). Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para microempresas lácteas. Primera edición. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Arispe, I., & Tapia, M. S. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. Agroalimentaria.
- APHA, A (1992). Métodos de normalizados par el análisis de aguas potables y residual. Madrid: Díaz de Santos.
- Barba, R., & Pomorel, J. (1997). Decisión multicriterio: reflexiones y experiencias. Chile: Unesco.
- Barrantes, M. (2006). Identificación y uso de variables e indicadores: Conceptos básicos. Costa Rica: Tesis.
- Barredo, J. (1996). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. España: Ra-Ma.
- Beltran, J. (2000). Indicadores de Gestión. Bogotá: 3R.
- Beltran, J. (1998). Indicadores de Gestión. Herramienta para lograr la competitividad. Colombia: 3R.
- Bidegain, J. (Octubre de 2002). scielo. Recuperado el 18 de Febrero de 2011, de scielo: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-48222002000400005
- Bidermant, A. (1966). Anticipatory Studies and Stand by Reserch Capabilities. USA: Harvard University Press.
- Carrera, J. (1998). Vigilancia de Staphylococcus y salmonella en alimentos. Alimentos nutricionales.
- Caruso, A. (2-4 de julio de 2007). Una mirada a las políticas públicas desde los derechos humanos. Recuperado el 16 de Enero de 2011, de Una mirada a las políticas públicas desde los derechos humanos: http://www.derechos.org.ve/propuesta_formacion/semdesc_2007/

- Chakhar, S. (2003). Enhancing Geographical information systems capabilities with multicriterio evaluation functions. Journal of geographic information and decision analysis
- Claude, M. (1995). Indicadores de sustentabilidad y contabilidad macroeconómica. Chile: Secretaria General de la organización de estados Americanos .
- Corredor, D. (2005). Modelos matemáticos para reactores biológicos de lecho empacado. . Colombia: Investigación.
- Cruz, A. (02 de 04 de 2007). El agua y el Cambio Climático. Recuperado el 29 de Diciembre de 2010, de El agua y el Cambio Climático: <http://www.wcoportal.net/contet/view/full/67978>
- Delgado, H. (2006). Desarrollo de una Cultura de Calidad. México: McGraw Hill.
- Delgado, M. (2004). Determinación de parámetros de la contaminación microbiana presente en un área de fabricación de medicamentos estériles a base de antibióticos β -lactámicos. Universitas Scientarium.
- Deming, W. (1986). Out of the Crisis. Massachusetts: Cambridge.
- Domínguez, G. (2001). Indicadores de Gestión: un enfoque sistémico. Colombia: Dike.
- Eley, A. (1994). Intoxicaciones alimentarias de etiología microbiana. España: Acribia.
- Espinosa, B. (2010). microorganismos marcadores. Recuperado el 13 de Enero de 2011, de microorganismos marcadores: <http://es.scribd.com/doc/2404173/u-t-11-microorganismos-marcadores>
- FAO/OMS. (2007). Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos. Recuperado el 20 de Mayo de 2011, de who: <http://www.who.int/foosafety/publications/capacity/en/spaishguidelinesfoodcontrol>
- FAO-WHO. (1997). Requisitos generales, higiene de los alimentos. Codex Alimentarius Vol 1B.

- Forysthe, J. (2000). Higiene de los alimentos Microbiología y HACCP. España: Acribia.
- Forysthe, J. (2000). Higiene de los alimentos Microbiología y HACCP. España: Acribia.
- Fragoza, U. (1994). Definición y Estudio de los factores críticos de éxito para la función de informática. México: Tesis.
- Frazier, W. (1993). Microbiología de Alimentos. España: Acribia.
- gamoza, c. (2005). Manual práctico de microbiología. España: masson.
- Garriga, M., Hugas, M., Gou, P., & Americh, M. (1996). Technological and Sensorial Evaluation of Lactobacillus strains as starter cultures in fermented sausages. International journal of food Microbiology .
- Garza, A. (1995). Outsourcing: Factores críticos para el éxito. México: Tesis de Maestría.
- Gerwen. (2004). Application of elements of microbiological risk via a tiered approach. Journal food Protection.
- González, B. (1994). Medir en las ciencias sociales. Madrid: Alianza.
- Hyginov, I. (2006) Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección
- Jacxsens, L., Kussaga, J., & Luning, P. (2009). A Microbial Assessment Scheme to measure microbial performance of food safety management systems. International Journal Miobiology.
- Jawtz, E., & Melnick, j. (2005). Manual de Microbiología Médica. Colombia: El Manual Moderno S.A.
- Jay, J. (1998). Intrinsic and extrinsic parameters off foods that affect microbial. New York: Chapman & Hah.
- Jay, J. (1973). Microbiología Moderna de los Alimentos. España: Acribia.
- Juran, J. (1988). Juran y la planificación de calidad. New York: The Free Press.
- Kaplan, R. (2000). Cuadro de mando de Integral. España: Gestión 2000.
- M, M., J, M., & J, P. (2003). Brock Biología de los Microorganismos. España: Prentice Hall.

- Mackeller, R. (1997). A heterogeneous population model for the analysis of bacterial growth kinetics. *International Journal of Microbiology*.
- Majer, E., Lightfoot, N., & Audica, A. (2002). *Análisis Microbiológico de los Alimentos y Agua*. España: Acribia.
- Martinez, E. (1997). *Evaluación y decisión multicriterio: reflexiones y experiencias*. Chile: UNESCO.
- Maurice, P. (2000). *Economía Internacional*. España: Mcgraw Hill.
- McMeekin, T., & Bowman, J. (2008). The future of microbiology strategic reserch, innovative applications and great expextations . *Internacional Journal of Microbiology* .
- Milipore. (2005). *Analisis Microbiológico*. Colombia.
- Morales, J. (2002). *Evaluación microbiológica de seis productos lácteos y seis productos carnicos*. Honduras: Panamericana.
- Nieto, M (2003) *Desarrollo de los procedimientos operativos estándar del laboratorio de preparación de material, Microbiología Industrial*. Pontificia universidad javeriana. Bogotá
- Norma Española, U. 6. (29 de Junio de 2003). *Guia para la Implementacion de un Sistema de Indicadores*. *Indicadores de Gestion* . Zaragoza, Zaragoza, España.
- Pacheco, J. (2002). *indicadores integrales de Gestión*. Bogotá: Mc GrawHill.
- Peter, F. (2002). *BAM: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. *Bacteriological analytical manual*.
- Pietersen, K. (2006). *Multiple criterio decisión analysis*. *Water reseach comision*.
- Quintero, V. (2001). *Sistema de Indicadores para Proyectos*. Colombia: Fondo de Organizaciones Comunitarias.
- Rada, G., & Merino, T. (30 de Agosto de 2007). *Indicadores en Salud*. Recuperado el 28 de Febrero de 2011, de *Indicadores en Salud*: <http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/PDF/INSINTROD6.pdf>
- Rock, J. (1979). *Chief Executivesdefine their own sata needs*.USA: Harvard Business.
- Ross, T., & McMeekin. (1994). *Predictive microbiology*. *International Journal of Food Microbiology* .

- Saaty, T. (1998). Metodología Anaálitica Jerarquica(AHP). Chile: Universidad de Santiago.
- Sharp, N. (Octubre de 2007). Universidad de Minesota. Recuperado el 18 de Noviembre de 2010, de Universidad de Minesota: <http://www.cce.umn.edu/Redirect/conferencessharp.html>
- Sierra, B. (1998). Tecnicas de investigación y uso de variables e indicadores: conceptos básicos y ejemplos. Madrid: Paraninfo.
- Simón, H. (1960). The New Science of Mangement Desicion .New York: Harper & Row.
- Stanier, O. (1986). The microbial world. Prentice – Hall.
- Startton, J. (2007). Food preservation,safety,and Shelf life Extension. NebGuide .
- Smit, Y. (2010). Alicyclobacillus spoilage and isolation. Food Microbiology.
- Stiles, A., Siobain, B., & Donald, W. (2002). Modeling Yeast Spoilage in Cold Filled to drink beverages with *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, and *Candida lipolytica*. *Appl Environ Micobio* .
- Stiles, E., & Duffy, S. (2001). Modelling mages by ould spoilage in coll filled ready to drink bever *Aspergillus niger* and *Penicillum spinulosum*. *Food Microbiology*.
- Temprano, G. (2004). Una reacción de Biolumiscencia que detecta trifosfato de Adenosina(ATP) como determinante de suciedad biológica. *Farm Bonaerense* .
- Ugr. (15 de nov de 2007). Universidad de Granada. Recuperado el 30 de Diciembre de 2010, de <http://www.ugr.es/~rhuma/sitioarchivos/noticias/Indicadores.pdf>
- UNE, 6. (29| de Junio de 2006). Guia para la Implementacion de un Sistema de Indicadores de Gestion. *Indicadores de Gestion* .
- Whitehead. K. (2008). The detection of food soils and cells on stainless Steelton using industrial methods. UV illumination and ATP bioluminescence. *International Journal Microbiology*.

ANEXOS

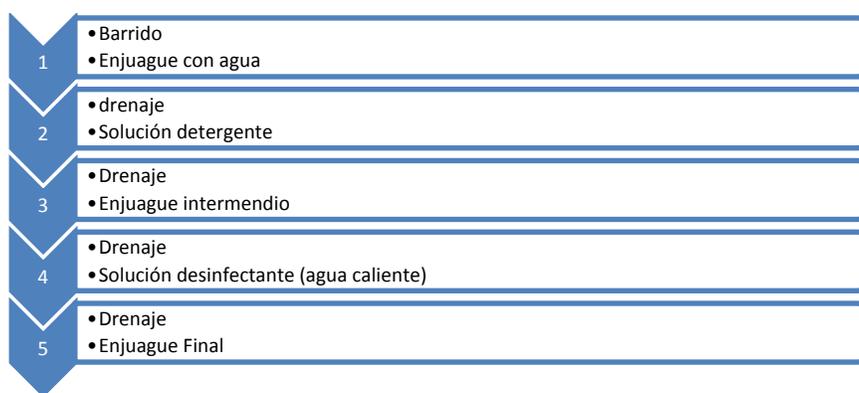
Anexo 3 Procesos del CIP

Se describen los pasos a seguir para llevar un saneamiento, para la línea de llenado en frío se los que mejor resultado dan son 5 pasos en caliente y choque químico para la rotación

Tipos de Saneamiento para llenado en frío

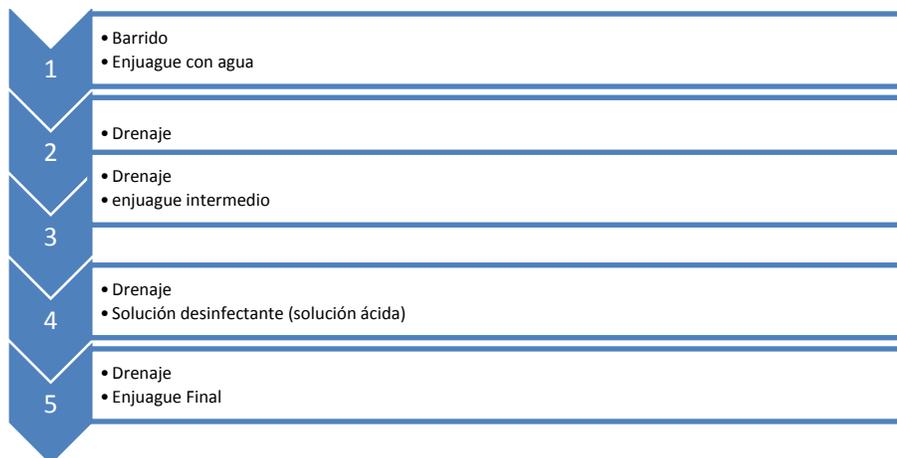
Cinco pasos en caliente

La secuencia para enjuagar con cada solución es:



Choque químico

La secuencia para enjuagar con cada solución es:



Anexo 2 Descripción de Indicadores

1. Nombre del Indicador: Tiempo de contacto de saneamiento				
2. Definición: Es el tiempo requerido para garantizar las condiciones microbiológicas de la línea de llenado en frío				
3. Pertinencia del indicador: Asegura que los parámetros definidos respecto al tiempo de contacto se cumplan.				
4. Unidad de medida del indicador: Tiempo en segundos				
5. Fórmula del indicador: Tiempo de contacto de saneamiento/tiempo de contacto requerido para garantía de saneamiento por 100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el tiempo de contacto de 14 minutos (900 segundos) con una temperatura entre 80-83°C				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: el tiempo que transcurre desde el momento donde se alcanza la temperatura de 80°C, hasta cumplir el tiempo de contacto que debe ser de 900 segundos, lo cual debe dar igual a 100				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula: unidad de medida segundos				
6.3 Limitaciones del indicador: que no se genere el reporte de saneamiento				
7. Cobertura: Saneamiento en caliente de línea de llenado en frío				
8. Fuente de los datos: Procesos especiales, saneamiento, jefe de procesos				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	cada 24 horas	Diaria	listos para ser usados	digital
10. Periodicidad de los datos: diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Limpieza y saneamiento CIP				
12. Documentación relacionada con el indicador: Reportes de saneamiento				
13. Observaciones: Si se presenta desviación no se debe producir, se requiere ajuste de tiempo. La desviación máxima permitida es de 98%				
14. Elaborada por : Diana Ma Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Temperatura Objetivo promedio				
2. Definición: Es la temperatura requerida en promedio necesaria para garantizar las condiciones microbiológicas de la línea de llenado en frío				
3. Pertinencia del indicador: Asegura que los parámetros definidos para el promedio de temperatura requerido se cumplan.				
4. Unidad de medida del indicador: Temperatura en °C				
5. Fórmula del indicador: Temperatura promedio durante el tiempo de saneamiento / temperatura objetivo *100				
6. Descripción metodológica: Se verifica la temperatura reportada por el CIP durante el tiempo de contacto.				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: temperatura promediada a partir del momento donde se inicia el tiempo de contacto hasta los 900 segundo, dividido temperatura objetivo por 100 lo cual debe dar igual a 100				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula: unidad de medida grados centígrados				
6.3 Limitaciones del indicador: que no se genere el reporte de saneamiento				
7. Cobertura: Saneamiento en caliente de línea de llenado en frío en la etapa de sanitización				
8. Fuente de los datos: Procesos especiales, saneamiento, jefe de procesos				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	cada 24 horas	Diaria	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos: diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Limpieza y saneamiento CIP				
12. Documentación relacionada con el indicador: Reportes de saneamiento				
13. Observaciones: Si se presenta desviación no se debe producir, se requiere ajuste en la temperatura.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Tiempo transcurrido para inicio de producción				
2. Definición: Es el tiempo transcurrido desde el momento que finaliza el saneamiento				
3. Pertinencia del indicador: Garantiza la eficiencia del saneamiento				
4. Unidad de medida del indicador Tiempo en minutos				
5. Fórmula del indicador: Tiempo transcurrido para inicio de producción / tiempo máximo establecido para inicio de producción*100				
6. Descripción metodológica: A partir del final del saneamiento el tiempo máximo para uso de la línea de producción es de dos horas, si el tiempo se sobre pasa se debe realizar un saneamiento nuevamente.				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Tiempo transcurrido en minutos, a partir del enjuague final de saneamiento reportado por el CIP/ 120 minutos*100				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula unidad de medida minutos transcurrido desde final de saneamiento				
6.3 Limitaciones del indicador: Que no se genere el reporte de saneamiento				
7. Cobertura: Saneamiento en caliente de línea de llenado en frío				
8. Fuente de los datos Procesos especiales, saneamiento, jefe de procesos				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	cada 24 horas	Diaria	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Limpieza y saneamiento CIP				
12. Documentación relacionada con el indicador Reporte de final de saneamiento				
13. Observaciones: Si se supera el tiempo de saneamiento nos e debe producir, si se observa respecto a tiempos superior a 75% hay aumento en el crecimiento de microorganismo se debe proceder a realizar curvas del proceso y definir nuevamente el tiempo máximo para uso de la línea posterior al saneamiento				
14. Elaborada por : Diana Ma Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Cumplimiento análisis programados				
2. Definición: Es el número de muestras analizadas, respecto a los puntos de muestreo definidos que determina la cobertura del plan establecido.				
3. Pertinencia del indicador: Se asegura el cumplimiento de plan establecido para garantizar las la cobertura de las variables establecidas para garantizar las condiciones microbiológicas.				
4. Unidad de medida del indicador No de muestras				
5. Fórmula del indicador: Número de muestras analizadas/Número de puntos de muestreo definidas *100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el numero de muestras que se programadas y análisis realizados				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los puntos de muestreo definidos y las variables analizadas (aerobios, mohos y levaduras), respecto al total de los puntos y variable(aerobios, mohos y levaduras)*100				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula Numero de muestras y análisis aerobios, mohos y levaduras				
6.3 Limitaciones del indicador: Tiempo requerido para el muestreo y análisis				
7. Cobertura: todo el proceso productivo para la línea de llenado en frio				
8. Fuente de los datos Resultados microbiológicos				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas):	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	semanal	Semanal	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Se deben realiza lo análisis definidos para cada muestra, para garantizar la variabilidad en los resultados.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Cumplimiento plan de monitoreo				
--	--	--	--	--

2. Definición: Garantizar que todos los procesos son monitoreados				
3. Pertinencia del indicador: Se asegura el cumplimiento de plan que garantiza todos los procesos que intervienen en la producción de bebidas llenadas en frío				
4. Unidad de medida del indicador Número de procesos				
5. Fórmula del indicador: Numero de procesos analizados/Número total de procesos programado *100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el numero de procesos programados analizados, respecto a la definición del proceso, contemplando tratamiento de agua, materias primas, jarabes, llenado y sellado				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los procesos monitoreados, respecto al total de procesos que intervienen				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula Numero de procesos				
6.3 Limitaciones del indicador: Procesos no cubiertos en sus totalidad en el monitoreo.				
7. Cobertura: materias primas, tratamiento de aguas, preparación de jarabes, llenado y sellado				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Semanal	Semanal	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Si no se cumple con la totalidad el plan de monitoreo y control no se puede observar la tendencia de la línea de producción en el tiempo, con lo que se puede afectar el producto final.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Evaluación del comportamiento de aerobios mesófilos por punto de muestreo				
2. Definición: Presenta el número de puntos de muestreo que presentan recuento de aerobios mesófilos				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar la presencia de aerobios mesófilos, con lo que se identifica la prevalencia o aumento en la presencia en el proceso productivo.				
4. Unidad de medida del indicador % de puntos de muestreo que presenta aerobios mesófilos				
5. Fórmula del indicador: Número de puntos de muestreo que presentan recuento aerobios mesófilos / total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el número de puntos de muestreo que presentan recuento de aerobios mesófilos / total de puntos de muestreo a los que se les realiza análisis de aerobios mesófilos *100				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula número de puntos que presentaron recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: Procesos no cubiertos en sus totalidad en el monitoreo.				
7. Cobertura: materias primas, tratamiento de aguas, preparación de jarabes, llenado y sellado				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Semanal	Semanal	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos Semanal				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades de desmontar equipo y lavado mecánico para bajar conteo y choque químico respecto a valores por debajo de 85%				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Evaluación del comportamiento de mohos por punto de muestreo				
--	--	--	--	--

2. Definición: Presenta el número de puntos de muestreo que presentan recuento de mohos				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar la presencia de mohos, con lo que se identifica la prevalencia o aumento en la presencia en el proceso productivo.				
4. Unidad de medida del indicador: % de puntos de muestreo que presenta mohos				
5. Fórmula del indicador: Número de puntos de muestreo que presentan recuento mohos / total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el número de puntos de muestreo que presentan recuento de mohos / total de puntos de muestreo a los que se les realiza análisis de mohos *100				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula número de puntos que presentaron recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: Procesos no cubiertos en sus totalidad en el monitoreo.				
7. Cobertura: materias primas, tratamiento de aguas, preparación de jarabes, llenado y sellado				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas :	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Semanal	Semanal	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos Semanal				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades de desmontar equipo y lavado mecánico para bajar conteo y choque químico respecto a valores por debajo de 90%				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Evaluación del comportamiento de Levaduras por punto de muestreo				
2. Definición: Presenta el número de puntos de muestreo que presentan recuento de Levaduras				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar la presencia de mohos, con lo que se identifica la prevalencia o aumento en la presencia en el proceso productivo.				
4. Unidad de medida del indicador: % de puntos de muestreo que presenta Levaduras				
5. Fórmula del indicador: Número de puntos de muestreo que presentan recuento levaduras / total de puntos de muestreo analizados para esta variable*100				
6. Descripción metodológica: Se verifica el número de puntos de muestreo que presentan recuento de levaduras / total de puntos de muestreo a los que se les realiza análisis de mohos *100				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula número de puntos que presentaron recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: Procesos no cubiertos en sus totalidad en el monitoreo.				
7. Cobertura: materias primas, tratamiento de aguas, preparación de jarabes, llenado y sellado				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Semanal	Semanal	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos Semanal				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades de desmontar equipo y lavado mecánico para bajar conteo y choque químico respecto a valores por debajo de 90%				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Tiempo transcurrido durante saneamiento

2. Definición: Tiempo transcurrido durante todo el saneamiento respecto al tiempo establecido para el saneamiento				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar si el tiempo de saneamiento está acorde con lo definido como necesario				
4. Unidad de medida del indicador minutos				
5. Fórmula del indicador: Tiempo consumido para realizar saneamiento/ tiempo definido para saneamiento *100				
6. Descripción metodológica: se toma el tiempo de saneamiento desde el enjuague inicial hasta el enjuague final de saneamiento, se divide en el tiempo establecido que es de 140 minutos.				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toma la hora de inicio del proceso de saneamiento hasta finalizar respecto al tiempo definido por 100				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula tiempo				
6.3 Limitaciones del indicador: no contar con los reportes				
7. Cobertura: Proceso de limpieza y saneamiento				
8. Fuente de los datos: tiempo informado por CIP				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Diario	Diario	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a Miércoles				
11. Responsables del indicador : Limpieza y saneamiento CIP				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes CIP				
13. Observaciones: Permite identificar desviaciones en el tiempo, o supresión de alguna etapa del saneamiento.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Evaluación eficacia del saneamiento para aerobios mesófilos				
2. Definición: número de saneamientos no que presentan recuento de aerobios mesófilos después de saneamiento.				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar que el saneamiento garantiza la condición de la llenadora respecto a la variable de aerobios mesófilos.				
4. Unidad de medida del indicador % de saneamientos que no presentan recuento de aerobios mesófilos				
5. Fórmula del indicador: Número de saneamientos sin recuento de aerobios mesófilos/ total de saneamientos realizados* 100				
6. Descripción metodológica: Se toman los saneamientos que no hayan presentado recuento de aerobio mesófilos/total de enjuagues tomados				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo de saneamiento				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula Saneamientos que no hayan presentado recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: tiempo requerido para los resultados.				
7. Cobertura: Limpieza y saneamiento				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas (9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	diario	Diario	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a miércoles				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades la eficiencia del saneamiento				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

}

1. Nombre del Indicador: Evaluación eficacia del saneamiento para mohos				
2. Definición: número de saneamientos no que presentan recuento de mohos después de saneamiento.				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar que el saneamiento garantiza la condición de la llenadora respecto a la variable de mohos				
4. Unidad de medida del indicador % de saneamientos que no presentan recuento de mohos				
5. Fórmula del indicador: Número de saneamientos sin recuento de mohos/ total de saneamientos realizados* 100				
6. Descripción metodológica: Se toman los saneamientos que no hayan presentado recuento de mohos/total de enjuagues tomados				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo de saneamiento				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula Saneamientos que no hayan presentado recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: tiempo requerido para los resultados.				
7. Cobertura: Limpieza y saneamiento				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	Diario	Diario	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a miércoles				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades la eficiencia del saneamiento				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

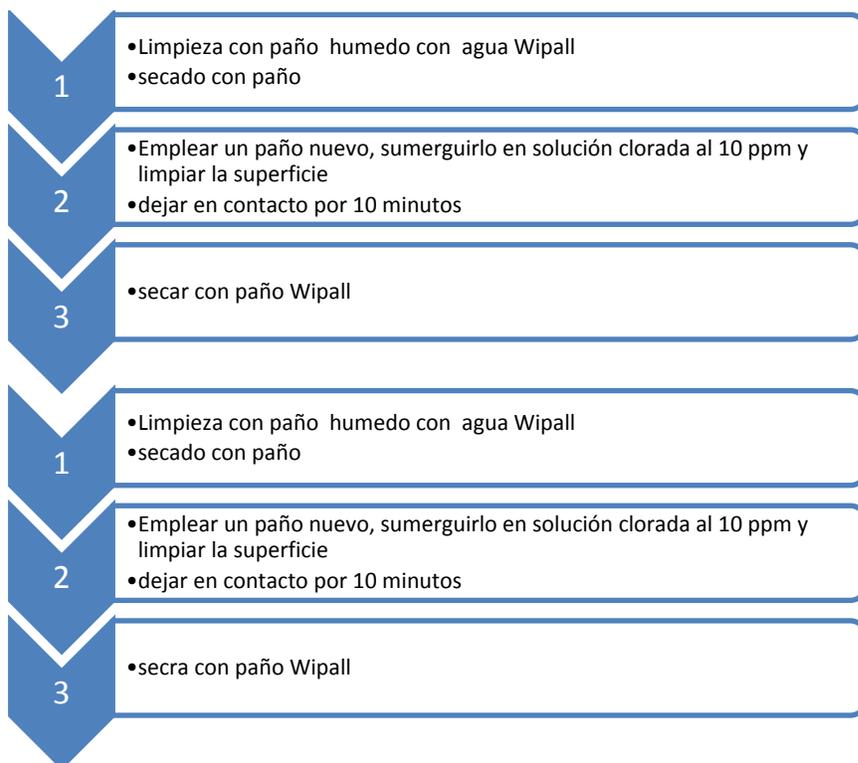
1. Nombre del Indicador: Evaluación eficacia del saneamiento para levaduras				
2. Definición: número de saneamientos no que presentan recuento de levaduras después de saneamiento.				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar que el saneamiento garantiza la condición de la llenadora respecto a la variable de levaduras				
4. Unidad de medida del indicador % de saneamientos que no presentan recuento de levaduras				
5. Fórmula del indicador: Número de saneamientos sin recuento de levaduras/ total de saneamientos realizados* 100				
6. Descripción metodológica: Se toman los saneamientos que no hayan presentado recuento de levaduras/total de enjuagues tomados				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo de saneamiento				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula Saneamientos que no hayan presentado recuento				
6.3 Limitaciones del indicador: tiempo requerido para los resultados.				
7. Cobertura: Limpieza y saneamiento				
8. Fuente de los datos: plan de monitoreo y control				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	diario	Diario	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos diario de Lunes a miércoles				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Define necesidades la eficiencia del saneamiento				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Producciones de llenado en frío sin desviaciones microbiológicas				
2. Definición: Cantidad de producciones sin presencia de desviaciones por resultados microbiológicos desfavorables				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar el número de producciones que no han presentado desviaciones en producto terminado, si se presenta una desviación genera un ajuste en todo el sistema				
4. Unidad de medida del indicador: cantidad de producto				
5. Fórmula del indicador: Número de desviaciones de producto terminado/número de producciones*100				
6. Descripción metodológica: Se toman los resultados de producto terminado monitoreando para liberación que ha presentado recuento, respecto al número de producciones				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toman los resultados del monitoreo de producto terminado				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula: recuento en UFC/ml para las variables aerobios mesófilos, mohos y levaduras				
6.3 Limitaciones del indicador: tiempo requerido para los resultados.				
7. Cobertura: Producto terminado				
8. Fuente de los datos: planeación de producción y resultados de monitoreo y control microbiológico de producto terminado				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas :	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	mensual	Mensual	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos: Mensual				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador: Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Permite identificar el resultado del trabajo global en el proceso, respecto al producto terminado.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

1. Nombre del Indicador: Producto dado de baja durante cuarentena				
2. Definición: Cantidad de producto que se debe dar de baja por resultados fuera de especificación en producto terminado				
3. Pertinencia del indicador: Permite identificar la cantidad de producto que genera pérdidas por desviación en las variables microbiológicas.				
4. Unidad de medida del indicador: Cantidad de producto dado de baja				
5. Fórmula del indicador: Cantidad de producto dado de baja por resultados microbiológicos durante cuarentena/ Total de producto producido durante periodo de producción*100				
6. Descripción metodológica: Se tómalas fecha del producto con la desviación en los análisis microbiológicos y se relaciona con el producto dado de baja				
6.1 Proceso de cálculo general del indicador: Se toma el resultado de las actas de producto no conforme de la bebida llenada en frío respecto al total de producción				
6.2 Definición de cada variable de la fórmula: recuento en UFC/ml para las variables aerobios mesófilos, mohos y levaduras en producto terminado fuera de especificación				
6.3 Limitaciones del indicador: Tiempo requerido para los resultados.				
7. Cobertura: Producto terminado				
8. Fuente de los datos: Actas de producto no conforme y cantidades de producción				
9. Disponibilidad de los datos:				
	9.1 Existencia de series históricas :	9.2 Nivel de actualización de los datos :	9.3 Estado actual de los datos (especificar si los datos se encuentran en generación, en procesamiento, en actualización, en digitación o listos para ser utilizados):	9.4 Forma de presentación de los datos (especificar si están en medio digital o impreso):
Variable 1	mensual	Mensual	listos para ser usados	Digital
10. Periodicidad de los datos: Mensual				
11. Responsables del indicador : Microbiología				
12. Documentación relacionada con el indicador: Reportes Microbiológicos				
13. Observaciones: Permite identificar pérdidas económicas por desviación en el producto terminado.				
14. Elaborada por : Diana M Escobar C				

Anexo 3 Procedimiento de Limpieza de superficies

Procedimiento de limpieza de aero-transportador y tolvas



Anexo 4 Definición de puntos de muestreo

MATERIA PRIMA
Tapas
Botella Pet Línea
Azúcar Refinada
Azúcar no Refinada
TRATAMIENTO DE AGUAS
Agua Acueducto
Tanque de almacenamiento
Floculación tradicional
Floculación en línea
Filtración por Arena
Purificador de Carbón
Tanque de Equilibrio
Filtro Pulidor
Filtro Pulidor Jarabes
Salida - Ultravioleta Línea 5
Proporcionado Agua
LAVADO DE ENVASE
Agua de Enjuague Rinse
Envase Rinseado
PREPARACIÓN DE JARABES

Jarabe Simple Tanque de Flotación
Jarabe Simple Después de Flotar
Jarabe Simple Filtrado
Tanque de Adición de partes sólidas y partes líquidas
Jarabe Terminado
Proporcionado Jarabe

LLENADO
Enjuague Llenadora
Proporcionador de mezcla
superficie válvula
Proporcionador de mezcla
Aire Contrapresión
AMBIENTES
Ambiente
PRODUCTO TERMINADO
Producto de 1ra vuelta LINEA 5

Anexo 5. Resultados de URL y enjuagues

Varianzas

	recuento	bitrace2	enjuague1	saneamiento2	saneamiento3
recuento	239.165.266	231.291.932	423.845.411	38.862.802	260.922.705
bitrace2	231.291.932	224.814.155	416.067.633	38.307.246	253.367.150
enjuague1	4.238.454	4.160.676	15.323.671	1.416.425	0.7439614
saneamiento2	3.886.280	3.830.725	14.164.251	1.342.995	0.7526570
saneamiento3	2.609.227	2.533.671	0.7439614	0.752657	0.6053140
Correlaciones					
	recuento	bitrace2	enjuague1	saneamiento2	saneamiento3
recuento	1	0,9974695	0,7001273	0,6857216	0,6857605
bitrace2	0,9974695	1	0,7088767	0,6971591	0,6868282
enjuague1	0,7001273	0,7088767	1	0,9873587	0,7724646
saneamiento2	0,6857216	0,6971591	0,9873587	1	0,8347752
saneamiento3	0,6857605	0,6868282	0,7724646	0,8347752	1

Anexo 6 Recuentos Microbiológicos en UFC/ml durante 74 horas

Correlación

	tanque equilibrio	UV	Proporcionador agua	jarabe	mezcla	producto terminado
tanque equilibrio	1	0,9032972	0,9016697	NA	0,7182632	0,7197985
UV	0,9032972	1	0,9996322	NA	0,7816041	0,7698078
Proporcionador agua	0,9016697	0,9996322	1	NA	0,7848617	0,7736675
jarabe	NA	NA	NA	1	NA	NA
mezcla	0,7182632	0,7816041	0,7848617	NA	1	0,9771417
producto terminado	0,7197985	0,7698078	0,7736675	NA	0,9771417	1

Covarianza

	tanque equilibrio	UV	Proporcionador agua	jarabe	mezcla	producto terminado
tanque equilibrio	1064,40281	345,784524	346,232877	0	12,596816	11,834876
UV	345,78452	137,671418	138,047945	0	4,9298408	4,5520178
Proporcionador agua	346,23288	138,047945	138,527397	0	4,9657534	4,5890411
jarabe	0	0	0	0	0	0
mezcla	12,59682	4,929841	4,965753	0	0,288967	0,2647168
producto terminado	11,83488	4,552018	4,589041	0	0,2647168	0,25398

Anexo 7. Comportamiento del producto terminado

CORRELACIONES

	productoterminado1	productoterminado2	productoterminado3	producto 1 incubado	producto 2 incubado	producto 3 incubado
productoterminado1	1	0,142029	0,2809199	0,5944661	0,5858581	0,5771179
productoterminado2	0,142029	1	0,4648851	0,6285711	0,6294538	0,6401931
productoterminado3	0,2809199	0,4648851	1	0,7330249	0,7325486	0,7295923
producto 1 incubado	0,5944661	0,6285711	0,7330249	1	0,9995224	0,9994032
producto 2 incubado	0,5858581	0,6294538	0,7325486	0,9995224	1	0,9994535
producto 3 incubado	0,5771179	0,6401931	0,7295923	0,9994032	0,9994535	1

Covarianzas

	productoterminado1	productoterminado2	productoterminado3	producto 1 incubado	producto 2 incubado	producto 3 incubado
productoterminado1	0,063865235	0,009070715	0,02091818	1,671418	1,656794	1,629397
productoterminado2	0,009070715	0,063865235	0,03461681	1,767308	1,780081	1,807479
productoterminado3	0,020918178	0,034616809	0,0868197	2,402999	2,415402	2,401703
producto 1 incubado	1,671417993	1,767308404	2,40299889	123,780267	124,440578	124,221399
producto 2 incubado	1,65679378	1,780081451	2,4154017	124,440578	125,223991	124,950019
producto 3 incubado	1,62939652	1,807478712	2,40170307	124,221399	124,950019	124,813032

Anexo 8 Comportamiento de aerobios, mohos y levaduras por 120 horas por punto de muestreo

mesofilos ufc/ml

horas	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionador Agua	Proporcionador Jarabe	Mezcla
0	0	0	0	0	0	0
24	4	5	4	4	0	2
48	12	15	8	8	0	3
72	99	99	99	99	0	5
96	99	99	99	99	0	8
120	99	99	99	99	0	8

Correlaciones

	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionador Agua	Proporcionador Jarabe	Mezcla
Tanque equilibrio	1	0,9997991	0,9995805	0,9995805	NA	0,9125317
FiltroPulidor	0,9997991	1	0,9988291	0,9988291	NA	0,9164916
UV	0,9995805	0,9988291	1	1	NA	0,9074778
Proporcionador Agua	0,9995805	0,9988291	1	1	NA	0,9074778
Proporcionador Jarabe	NA	NA	NA	NA	1	NA
Mezcla	0,9125317	0,9164916	0,9074778	0,9074778	NA	1

mohos ufc/ml

Horas	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionador Agua	Proporcionador Jarabe	Mezcla
0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0
72	1	1	1	1	0	1
96	1	1	1	1	0	1
120	2	2	1	2	0	2

Correlaciones

	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionad or Agua	or Jarabe	Mezcla
Tanque equilibrio	1	1	0,8944272	1	NA	1
FiltroPulidor	1	1	0,8944272	1	NA	1
UV	0,8944272	0,8944272	1	0,8944272	NA	0,8944272
Proporcionad or Agua	1	1	0,8944272	1	NA	1
Proporcionad or Jarabe	NA	NA	NA	NA		1 NA
Mezcla	1	1	0,8944272	1	NA	1

Levaduras ufc/ml

Horas	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionad or Agua	Proporcionad or Jarabe	Mezcla
0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0
96	1	1	0	0	0	1
120	1	1	1	1	0	2

Correlaciones

	Tanque equilibrio	FiltroPulidor	UV	Proporcionad or Agua	or Jarabe	Mezcla
Tanque equilibrio	1	1	0,6324555	0,6324555	NA	0,9258201
FiltroPulidor	1	1	0,6324555	0,6324555	NA	0,9258201
UV	0,6324555	0,6324555	1	1	NA	0,8783101
Proporcionad or Agua	0,6324555	0,6324555	1	1	NA	0,8783101
Proporcionad or Jarabe	NA	NA	NA	NA		1 NA
Mezcla	0,9258201	0,9258201	0,8783101	0,8783101	NA	1

Anexo 9 Indicadores de Resultados y de Sistema que se ven afectados por desviación en el proceso de llenado en frío

INDICADORES DE RESULTADOS	
GESTION GERENCIAL (GG)	Porcentaje de cumplimiento de FCE
	Cumplimiento de FCE e indicadores de resultados*
	Calificación de auditorías externas y control interno
OPERACIÓN Y GESTION DE BODEGAS (OGB)	Productividad de Bodegas
	Merma de líquido en Bodega
	Gasto de operaciones por caja física movilizada
	Nivel de Servicio interno
CLIENTES (C)	Indice de Nivel de Servicio
	Indice de reclamos consumidores
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (AC)	Indice de calidad de producto
DESARROLLO PROVEEDORES (DP)	Eficiencia perdida por proveedores
DESARROLLO HUMANO Y ORGANIZACIONAL (DHO)	Evaluación de Desempeño
	Productividad
GESTION DE RELACIONES LABORALES Y CONTRACTUALES (GRL)	Encuesta de servicio al cliente interno
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION (SIP)	No se afecta ninigun indicador
CONTROL ADMINISTRATIVO Y DOCUMENTAL (CAD)	Ahorrómetro
MEDIO AMBIENTE (MA)	Rendimiento de Agua
	Rendimiento de Energía
	Eficiencia de la PTAR
	Reciclaje de Residuos
	Vertimientos Líquidos
	Generación de Residuos
PROCESOS CLAVES DE PRODUCCIÓN (PCP)	Indice de Calidad de Producto
	% de Productividad Total
	% de Eficiencia de Línea
	% Cumplimiento de Buenos Hábitos de Manufactura
	% de Merma de Jarabe terminado (Concentrado)
	% de Merma de Azúcar
	% de Merma de One way
	Rendimiento de Agua
% de Rendimiento de Energía	
GESTION DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO (GIM)	Indice de Energía
	Desabasto
	Beneficios obtenidos por implementación de proyectos

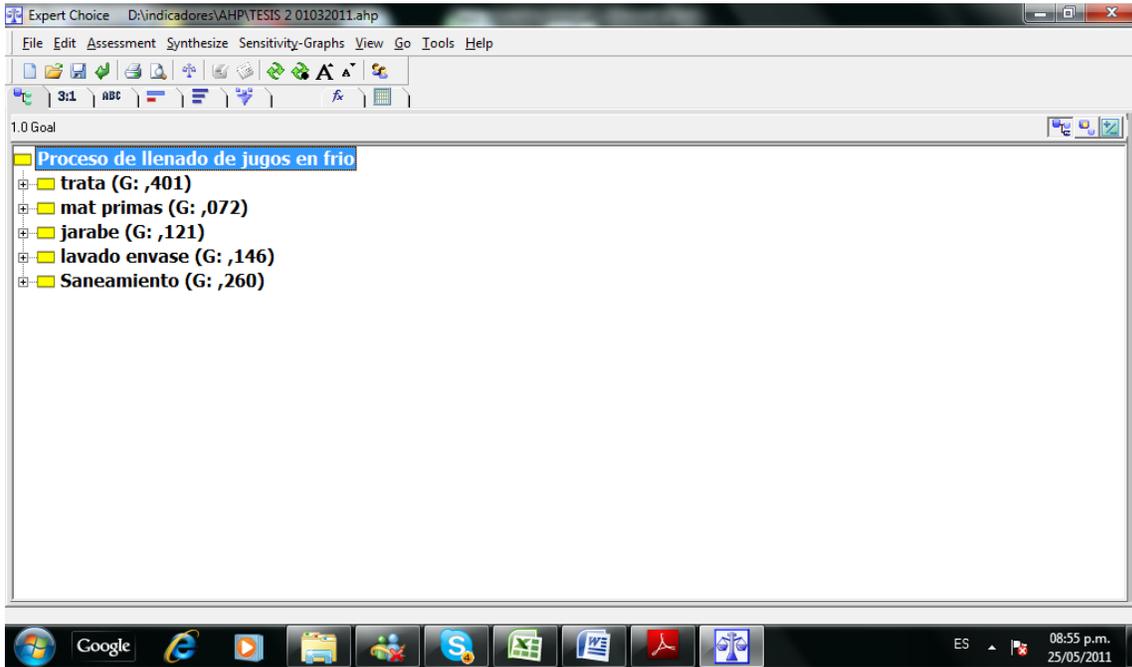
Indicadores de Resultado												
GESTION GERENCIAL	OPERACIÓN Y GESTIÓN DE BODEGAS	CLIENTES	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	DESARROLLO DE PROVEEDORES	DESARROLLO HUMANO Y ORGANIZACIONAL	GESTION DE RELACIONES LABORALES Y CONTRACTUALES	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION	CONTROL ADMINISTRATIVO Y DOCUMENTAL	Medio Ambiente	PROCESOS CLAVES DE PRODUCCIÓN	GESTION DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
No de indicadores	9	6	4	6	2	5	4	6	5	6	13	7
No de indicadores relacionados	3	4	2	1	1	2	1	0	1	6	9	3
Porcentaje	33	67	50	17	50	40	25	0	20	100	69	43

INDICADORES DE SISTEMAS

SISTEMA	INDICADOR
OPERACIÓN Y GESTIÓN DE	Riesgo de obsolescencia
	Eficiencia de atención a fleteo primario
GESTION GERENCIAL (GG)	Porcentaje de avance de iniciativas estratégicas
	Porcentaje de cumplimiento de PACs
	Porcentaje de cumplimiento de control de presupuesto
CLIENTES (C)	Indice de satisfacción a distribuidoras
	Disponibilidad total de producto
	Efectividad de atención de reclamos a clientes
PROCESOS CLAVES DE PRODUCCIÓN (PCP)	Cumplimiento al programa de producción
	Indice de calidad interno
	Desempeño de procesos en línea
	% Efectividad del saneamiento
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (AC)	Calidad de producto interno
	Calidad de empaque interno
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL (Mi)	Relación mantenimiento correctivo/preventivo
	Cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo
	Cumplimiento al plan de desarrollo de proyectos
MEDIO AMBIENTE (MA)	Cumplimiento de legislación ambiental
DESARROLLO HUMANO Y ORGANIZACIONAL (DHO)	Cumplimiento al plan de capacitación
	Calidad de la capacitación
RELACIONES LABORALES (RL)	No afecta ningun indicador
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION (SIP)	No afecta ningun indicador

Indicadores de Sistemas										
GESTION GERENCIAL	OPERACIÓN Y GESTIÓN DE BODEGAS	CLIENTES	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	DESARROLLO HUMANO Y ORGANIZACIONAL	Relaciones laborales	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION	Medio Ambiente	PROCESOS CLAVES DE PRODUCCIÓN	GESTION DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
No de indicadores	12	5	6	6	9	2	4	2	5	7
No de indicadores relacionados	3	2	3	2	2	0	0	1	4	3
Porcentaje	25	40	50	33	22	0	0	50	80	43

Anexo 10 Resultado ExpertChoice



**Anexo 11 Definición de límites de control, límites de especificación respecto a escala de
Importancia.**

Escala	Recuento para mesófilos de 0 a 250	
	0	250
0	0	25
1	26	50
2	51	75
3	76	100
4	101	125
5	126	150
6	151	175
7	176	200
8	201	225
9	226	250

LC 100

LC 20

LC 50

LE 250

Escala	Recuento para mesófilos de 0-50	
0	0	5
1	6	10
2	11	15
3	16	20
4	21	25
5	26	30
6	31	35
7	36	40
8	41	45
9	46	50

Escala	Recuento para mesófilos de 0-200	
0	0	20
1	21	40
2	41	60
3	61	80
4	81	100
5	101	120
6	121	140
7	141	160
8	161	180
9	181	200

LC 80

LC 7

LC 19

LE 200

Escala	Mohos y levaduras Especificación 20	
0	0	1
1	2	3
2	4	5
3	6	7
4	8	9
5	10	11
6	12	13
7	14	15
8	16	17
9	18	19

Escala	Recuento para mesófilos de 0-100	
0	0	10
1	11	20
2	21	30
3	31	40
4	41	50
5	51	60
6	61	70
7	71	80
8	81	90
9	91	100

LC 40

LC 3

LC 9

LC100

Escala	Mohos y levaduras Especificación 10	
0	0	
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	

Anexo 124 Diagrama de Flujo de toma de decisión

